2e Année — N° 8 — Avril 1935

ANNALES DE PHYSIQUE DU GLOBE DE LA FRANCE D'OUTRE-MER

(Météorologie, Séismologie, Magnétisme terrestre, Océanographie, Volcanologie, Hydrologie)

Paraissant tous les deux mois

SOMMAIRE

Magnétisme et électricité terrestres dans les pays de la France d'outre-mer.

Les observations et études de magnétisme terrestre.
Le magnétisme terrestre dans la France d'outre-mer.
Le magnétisme terrestre au Maroc ; — dans les États du Levant sous mandat français ; — à Madagascar ; — à la Martinique.
Une carte du XVIIIe siècle donnant la déclinaison magnétique en Afrique.

Les parasites atmosphériques dans les régions coloniales,
La prévision des grains orageux au Cameroun par l'écoute des parasites atmosphériques.

Notes et informations.

PARIS Ve
LAROSE ÉDITEUR
11, RUE VICTOR-COUSIN

Prix du Numéro : 6 francs

ANNALES DE PHYSIQUE DU GLOBE DE LA FRANCE D'OUTRE-MER

LAROSE, Éditeur,

11, Rue Victor-Cousin, PARIS (Ve)

-:- Téléphone : Odéon 32-70 -:-

Chèques postaux : Paris 428.81

PRIX DE L'ABONNEMENT ANNUEL

(6 numéros)

FRANCE ET COLONIES FRANÇAISES. . . 35 francs.

ETRANGER . . . . . 40 francs.

Les abonnements sont payables d'avance à la souscription.

Chaque changement d'adresse doit être accompagné de 1 franc en timbres-poste.

Prix de la collection 1934 . . . . . 45 francs.

Tous droits de reproduction réservés

Les Annales de Physique du Globe de la France d'Outre-Mer sont publiées sous les auspices du *Conseil de Perfectionnement des Services de Physique du Globe des Colonies,* et sous la direction de M. Henry Hubert, Inspecteur Général du Service Météorologique Colonial.

Chaque numéro contient des mémoires originaux, une chronique des questions de Physique du Globe intéressant les Colonies françaises et une revue bibliographique.

Les Annales de Physique du Globe de la France d'Outre-Mer résument les recherches et observations faites par les météorologistes coloniaux et présentées dans les publications locales ; elles abordent en outre soit des études spéciales n'ayant pu trouver place dans ces publications, soit — et cela de préférence — des travaux d'ensemble concernant des groupes ou la totalité de nos territoires extérieurs. Elles se proposent de faire ressortir la variété et la nouveauté des recherches de Physique du Globe entreprises dans nos possessions lointaines et de réaliser une présentation synthétique des questions, considérées dans le cadre très vaste de notre domaine colonial.

Les numéros de l'année 1935 sont publiés à l'aide de subventions de la Fondation Loutreuil (Académie des Sciences) et de l'Académie des Sciences Coloniales et de subventions officielles.

J. AURICOSTE

Horloger de la Marine de l'État ;
de l'Observatoire du Bureau des Longitudes
et du Service Géographique de l'Armée

10, Rue La Boëtie, PARIS

Téléph. : Anjou 25-60

Études
Projets
et
Devis
gratuits
sur demande

Installation
de
Centres Horaires
—
Distribution
d'heure

HORLOGERIE DE HAUTE PRÉCISION
:-: PENDULES ASTRONOMIQUES :-:
:-: CHRONOMÈTRES DE MARINE :-:
CHRONOGRAPHES-COMPTEURS
:-: HORLOGERIE ÉLECTRIQUE :-:
Construction — Réparations

Magnétisme et électricité terrestres dans les pays de la France d'outre-mer

Les observations et études de magnétisme terrestre

Les études géophysiques nécessitent, de manière générale, des observations et mesures faites sur la plus grande partie possible du Globe. Cela est particulièrement vrai pour le Magnétisme Terrestre, dont la distribution et les variations se présentent de manières très différentes dans les diverses régions du Globe : c'est surtout le désir d'étendre les connaissances sur le Magnétisme Terrestre à des régions où les observations sont rares qui a provoqué l'effort international de l'Année Polaire 1932-1933.

En dehors d'un grand intérêt scientifique, l'exécution de mesures magnétiques en de nombreux points répartis sur le Globe a aussi un grand intérêt pratique, du fait de l'application du magnétisme terrestre à l'orientation, à la navigation maritime et aérienne, à la topographie. Ces applications nécessitent l'établissement de Cartes magnétiques, Cartes d'ensemble pour tout le Globe, et Cartes régionales plus détaillées ; ces Cartes doivent constamment être remaniées, du fait des variations séculaires du Magnétisme Terrestre.

Dans ces derniers temps s'est développée une application des mesures magnétiques à l'étude des couches du Globe voisines de la surface, jusqu'à des profondeurs de quelques centaines de mètres ou quelques kilomètres ; cette méthode, avec plusieurs autres méthodes géophysiques, apporte une aide importante à la Géologie et s'applique, en particulier, à la prospection minière, problème de grande importance pour les pays coloniaux.

Les contrées où s'exerce l'autorité de la France sont réparties dans la plupart des parties du monde. Il y a intérêt à y développer les observations et mesures magnétiques qui, en même temps qu'elles auront des applications régionales, permettront des travaux d'ensemble et des comparaisons.

Le Comité National Français de Géodésie et de Géophysique comprend une Section de Magnétisme et Electricité terrestres, dont le dévoué et actif secrétaire est M. E. Mathias. Cette Section s'efforce de développer les observations et travaux magnétiques et électriques. C'est sous ses auspices qu'a été exécuté, en France, un nouveau Réseau Magnétique, qui est un des plus serrés des Réseaux nationaux. Un Bureau Central de Magnétisme Terrestre, créé en 1921, est rattaché à l'Institut de Physique du Globe de l'Université de Paris. Cet Etablissement assure les mesures magnétiques régulières en France et en publie les résultats. Il s'emploie de son mieux à favoriser et aider par tous les moyens en son pouvoir les études magnétiques dans l'ensemble des possessions et protectorats français et pays sous mandat, par des étalonnages d'appareils, des renseignements, la publication de résultats, l'établissement de cartes, la réunion d'une documentation générale, etc. Mon collègue M. Eblé, qui dirige les observations et mesures magnétiques ; Mme Salles-Homery, qui collabore avec M. Eblé, à l'établissement de la documentation et des cartes ; MM. Gibault et Charczenko, qui sont chargés de l'exécution des mesures à l'Observatoire Central du Val-Joyeux, et moi-même, serons toujours heureux de nous rendre utiles aux Services et aux personnes s'occupant de ces questions.

Ch. Maurain,
Membre de l'Institut,
Directeur de l'Institut de Physique du Globe de l'Université de Paris.

Le magnétisme terrestre dans la France d'Outre-Mer (1)

Dès les premiers mois de la création de l'Institut de Physique du Globe (1921), M. Maurain, qui en assumait la direction, se préoccupa de rassembler les données concernant le magnétisme terrestre dans les colonies, protectorats et pays sous mandat français ; un mémoire paru dans le tome I des *Annales de l'Institut de Physique du Globe et du Bureau Central de Magnétisme Terrestre*, résumait l'état des connaissances actuelles sur ce sujet. La détermination des éléments magnétiques se poursuit très activement en tous nos territoires ; chaque année, des résultats sont acquis et publiés et nous donnons, dans ce mémoire, un bref exposé des travaux et publications parus jusqu'à ce jour.

Afrique du Nord. — Les éléments magnétiques ont été observés en Afrique du Nord au cours de campagnes organisées par différents services entre 1888 et 1918. Ces observations, réduites à la date du 1er janvier 1921, ont été publiées en détail dans le tome II des *Annales de l'I. P. G.*, en même temps que les cartes des 3 éléments, D, I, H pour cette même époque. D'une manière générale, l'Algérie et la Tunisie semblent être des régions assez régulières au point de vue magnétique et aucune perturbation marquante n'a été mise en évidence par cette première étude.

Depuis la publication de ces cartes, de nouvelles campagnes ont été entreprises par M. Lasserre, Directeur du Service de Physique du Globe de l'Université d'Alger, afin d'obtenir un réseau plus serré permettant de mieux préciser les détails de la distribution magnétique dans ce pays.

L'établissement, dans les environs de Tunis, d'un pavillon pour l'enregistrement des variations des éléments magnétiques est en projet. La réalisation de ce projet serait très désirable, car l'emplacement de cette Station magnétique comblerait une lacune et serait particulièrement favorable.

Maroc. — Le Service Topographique Chérifien a publié, pour 1922 et 1926, deux cartes des isogones du Maroc en utilisant les observations recueillies par les Missions du Bureau des Longitudes, le Service Géographique du Maroc, le Service Topographique Chérifien, le Service Hydrographique de la Marine. La carte de 1926 montre une distribution de la Déclinaison beaucoup moins régulière qu'en Algérie et en Tunisie et deux perturbations importantes se révèlent dans la région au sud de Marrakech et à l'ouest de Khenifra, où les anomalies atteignent des valeurs assez notables.

A l'occasion du Congrès pour l'Avancement des Sciences à Casablanca (avril 1934), une nouvelle carte de la déclinaison au Maroc pour 1931 a été publiée par ce même Service. Cette dernière carte, pour laquelle de nouvelles observations ont été utilisées, complète et précise les anciennes et donne une représentation déjà satisfaisante des isogones au Maroc.

Afrique Occidentale et Equatoriale Françaises. — Comme pour l'Afrique du Nord, les données qui ont servi à calculer les valeurs de la Déclinaison en Afrique Occidentale et Equatoriale Françaises et à établir la carte correspondante pour 1921 (tome II des *Annales de l'I. P. G.*), proviennent de sources diverses : mission Carnegie, administration coloniale, missions hydrographiques et militaires, mission magnétique du Bureau des Longitudes. Ces observations nombreuses et bien réparties mettent en évidence deux perturbations importantes : l'une au Sahara, dans la région de l'Ahggar dont l'étendue, assez considérable, est encore difficile à préciser, les points d'observation se trouvant localisés sur une largeur relativement étroite, le long de la piste vers le Niger ; l'autre, plus circonscrite, au voisinage de l'Equateur, vers Brazzaville. Les mesures de I et de H, trop peu nombreuses, n'ont pas permis d'en dresser une carte.

Rappelons que des mesures magnétiques ont été recueillies en Rhodésie et en Angola lors de la Mission de Rohan-Chabot, de 1909 à 1913. Elles seront très utiles quand il sera possible d'établir la carte des isogones pour l'ensemble de l'Afrique. Le détail en est donné dans le tome II des *Annales de l'I. P. G.*

Une mission de délimitation en Ouadaï-Darfour, en 1922-1923, a aussi recueilli des mesures magnétiques sur une zone assez étendue ; elles ont été

(1) Les cartes de la déclinaison magnétisme (1935,0) pour l'Afrique du Nord et de l'Ouest, Madagascar, Côte des Somalis, Réunion et Indochine, insérées dans le présent numéro, ont été établies spécialement pour les *Annales de Physique du Globe de la France d'Outre-mer* par Mme Salles-Homery. La première d'entre elles a été dessinée par M. E. Barralier.

publiées dans le tome II des *Annales de l'I. P. G.*

Depuis la publication des mémoires signalés ci-dessus, les observations magnétiques ont été continuées en Afrique Occidentale Française par les soins du Service Géographique de la colonie. Elles ont déjà donné lieu à deux mémoires, accompagnés de deux cartes, qui donnent plus en détail la distribution de D dans les régions du Soudan et de la Haute-Volta (tome IV et VI des *Annales de l'I. P. G.* et *Bulletin du Comité d'Etudes hist. et scient. de l'Afrique Occidentale Française*, 1928, t. XI, n° 3).

Madagascar. — Madagascar est un des pays où le magnétisme a été le plus anciennement étudié ; certaines observations remontent à 1770 (Nossi-Bé). Les mesures utilisées pour établir la carte des isogones à 1921 (tome III des *Annales de l'I. P. G.*) commencent à 1889. Très nombreuses en certains points (San Diégo, Tananarive), rares et même inexistantes en d'autres, dans une contrée où des anomalies s'élevant à plusieurs degrés sont fréquentes, ces mesures n'ont permis de donner que l'orienration générale des isogones dans cette île. Toute la région de Tananarive est le siège d'une perturbation importante étudiée par le P. Colin ; celle de San Diégo témoigne aussi d'une distribution très agitée.

Depuis 1921, quelques observations ont été effectuées par la mission Carnegie, le Service Hydrographique et, tout récemment, par M. Savornin, au cours d'études géologiques en une certaine partie de l'île (tomes XI et XIII, sous presse, des *Annales de l'I. P. G.*), mais aucun levé systématique de l'ensemble de Madagascar n'a encore été entrepris et les autres éléments I et H ont été mesurés encore plus rarement. Un magnétographe est mis en service à l'Observatoire de Tananarive qui, par sa situation, constitue une station très importante au point de vue de l'étude de la variation séculaire, l'Océan Indien étant le siège de variations annuelles particulièrement rapides.

Indochine. — La carte de l'Indochine à 1921 (tome III des *Annales de l'I. P. G.*) a été établie à l'aide des observations recueillies par la mission Carnegie et celle du Bureau des Longitudes. Depuis cette époque, de nombreuses mesures ont été effectuées, principalement sur les côtes, par le Service Hydrographique de la Marine, en même temps que le Gouvernement du Siam entreprenait l'étude systématique de son territoire. Ces données nouvelles ont permis d'établir une autre carte des isogones dans la péninsule indochinoise pour 1931, qui met en évidence une perturbation assez importante, non au point de vue numérique, puisque dans tout l'ensemble de la presqu'île les valeurs extrêmes de la déclinaison ne diffèrent que d'un degré et demi environ, mais au point de vue de la direction des isogones. L'axe de cette perturbation part des environs de Saigon et se dirige vers le N.W. pour s'effacer vers 100° de long. E. de Gr. et 16° environ de lat. N.

Autres possessions françaises. — 1° Au cours de plusieurs croisières, les éléments magnétiques ont été conservés à des époques différentes dans les îles françaises du Pacifique (depuis 1888), les dernières, en 1927, par les Services de la Marine sur la demande de M. A. Lacroix, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, à l'occasion du « Fourth Pacific Science Congress » en 1929.

1° Dans une étude sur le Magnétisme terrestre dans le Pacifique (Reprint from Proceedings fourth Pacific Science Congress), j'ai été amenée à comparer les valeurs obtenues aux différentes époques dans ces régions. Toutes les observations, ramenées à une même date, ont permis de constater, pour quelques points, une concordance très satisfaisante ; pour d'autres, des écarts plus ou moins considérables se sont révélés, particulièrement en des stations où des anomalies locales avaient déjà été signalées.

En rapprochant les valeurs des éléments magnétiques ainsi recueillis de la répartition générale régulière, on remarque que presque toujours les anomalies sont plus fortes dans les archipels que dans les grandes îles, comme la Nouvelle Calédonie ; elles sont ordinairement plus accusées dans les îles de formation volcanique que dans celles de formation corallienne où l'on a pu observer. La différence est très accusée entre les Marquises et les Touamotou ; il est très probable et d'ailleurs vraisemblable que cette remarque a un caractère général.

En résumé, toute cette région du Pacifique est le siège d'anomalies très importantes, étendues ou locales, principalement aux îles Marquises, de la Société et Touamotou, où un léger déplacement dans la position de l'observateur entraîne des écarts notables dans les valeurs mesurées. Cela introduit nécessairement quelque incertitude dans une réduction à une même date, mais il semble cependant qu'en prenant la moyenne des observations recueillies à une station on obtienne la valeur approchée.

Aucune représentation graphique des résultats n'a été publiée pour l'ensemble de ces archipels.

2° La Guyane et les Antilles françaises sont aussi des régions d'anomalies magnétiques importantes : la Guyane, à cause de la constitution de son sous-sol, qui renferme des substances très magnétiques, et les Antilles, par suite de leur formation volcanique. Il est intéressant de noter qu'un magnétographe installé à l'Observatoire de Fort-de-France a commencé à enregistrer les variations des éléments magnétiques.

3° Quelques observations ont été recueillies à Saint-Pierre et Miquelon par le Service Hydrographique de la Marine et par l'Institution Carnegie ; la distribution semble régulière.

4° Une bonne série de mesures recueillies à Djibouti permet de connaître avec précision la valeur de la déclinaison en ce point de la Côte française des Somalis.

Etats du Levant sous mandat français, Syrie et Liban. — Un mémoire utilisant les valeurs de la Déclinaison mesurée par la mission Carnegie et les Services Géographique de l'armée et Hydrographique de la marine a paru dans le tome IV des *Annales de l'I. P. G.*, en même temps qu'une carte pour 1926. Depuis lors, l'étude systématique de ce pays, très troublé au point de vue de la distribution du champ, a été reprise par M. Chevrier, qui a publié en détail ses mesures dans les tomes IX et XI des *Annales de l'I. P. G.* Une carte de D pour 1931 a été éditée par le Bureau Topographique des Troupes françaises au Levant. Des cartes de I, H et V ont été établies, mais n'ont pas été publiées.

L'étude du Magnétisme Terrestre dans la France d'outre-mer a nécessité une documentation étendue non seulement aux possessions françaises, mais aux pays limitrophes ; les données ainsi rassemblées, intéressantes par leur masse et leur distribution géographique sur les continents et les îles, jointes à celles recueillies sur toute la surface du Globe par les expéditions scientifiques de l'Institution Carnegie et aux réseaux nationaux établis par la plupart des Etats, ont permis de dresser, pour 1931, un planisphère des isogones, planisphère où il a été tenu compte, dans la mesure du possible, des anomalies magnétiques de quelque étendue, assez nombreuses sur les continents (C. R. de l'Acad. des Sc., 20 février 1933).

Après entente entre l'Institut de Physique du Globe de l'Université de Paris et le Service Hydrographique de la Marine qui avait publié, en 1930, un planisphère de la Déclinaison, déduit des Cartes Américaine et Anglaise, le travail de 1931 a été repris, complété et réduit à l'époque 1935,0 ; une nouvelle carte a été établie pour cette date et communiquée au Service Hydrographique qui l'a fait éditer dans ses Services. Ainsi, à l'avenir, les organismes, comme la Marine et l'Aéronautique, qui utilisent la déclinaison magnétique, auront entre les mains une carte entièrement établie en France (1).

Mme G. SALLES-HOMERY,
Aide-physicien à l'Institut de Physique du Globe de Paris.

(1) Grâce à l'autorisation de M. l'Ingénieur hydrographe Général COT, Directeur du service Hydrographique de la Marine, à qui nous tenons à exprimer ici nos très vifs remerciements, une réduction de cette carte à pu être reproduite dans le présent Numéro. (N. D. L. R.)

Le magnétisme terrestre au Maroc

Les renseignements que l'on possède sur les valeurs des éléments magnétiques au Maroc proviennent de sources diverses.

Jusqu'à ces dernières années, aucune mesure n'avait été faite à l'intérieur et l'on ne possédait de déterminations que pour les principaux ports de la côte :

a) Une mesure effectuée à Tanger, en 1887, par Moureaux, au cours de sa campagne du Bassin méditerranéen (1) ;

b) Quelques observations du lieutenant de vaisseau Traub réduites au 1er janvier 1906 ;

c) 8 résultats de stations effectuées par l'Institut Carnegie, entre 1911 et 1913 (1).

Ces résultats ont été utilisés par Mlle Homery pour le tracé des cartes isomagnétiques de l'Afrique du Nord, réduites à 1921,0 publiées dans un Mémoire des Annales de l'Institut de Physique du Globe

(1) Th. MOUREAUX. — Déterminations magnétiques dans le Bassin méditerranéen. *Annales du Bureau central météorologique de France*, t. III, 1887, p. 1775.

(1) Land magnetic observations, 1911-1913. *Researchs of the department of terrestrial magnetism*, V, II, pp. 26 à 33 (Carnegie Institution).

de l'Université de Paris et du Bureau central de Magnétisme terrestre (1). Malheureusement, toutes ces déterminations faites dans des stations littorales ne pouvaient être reliées aux stations algériennes que par de larges interpolations.

Depuis lors, 4 campagnes magnétiques ont été effectuées par le Service Géographique de l'Armée (2) :

1. Dans la région de Marrakech, de décembre 1925 à mars 1926, par le chef d'escadron Figaret ;

2. Entre Ouezzane et Taza (plus une station à Rabat), en 1926, par les lieutenants Bidan et Reinouard ;

3. En pays Glaoua et dans le Tadla, en 1926, par le lieutenant Bidan ;

4. Au sud de Guercif, d'octobre 1933 à janvier 1934, par les capitaines De Baudinat et Lejay (3).

Enfin, de nombreuses mesures de la déclinaison ont été effectuées à des dates diverses : par le Service géographique de l'Armée, au cours de campagnes géodésiques, par le Service topographique chérifien et par diverses missions hydrographiques (4). Elles ont permis au Service topographique chérifien de dresser des cartes de la déclinaison ramenées au 1er janvier 1922 et au 1er janvier 1926. Une dernière carte de la déclinaison pour 1931,0 figurant les isogones de grade en grade d'après 181 stations, a été présentée par M. Michel au Congrès de l'Association française pour l'Avancement des Sciences tenu à Rabat en 1934 (5).

Il n'existe actuellement, au Maroc, aucune station magnétique permettant la mesure des variations des divers éléments du champ. Les seuls renseignements que l'on a sur la variation diurne de la déclinaison proviennent d'une série de mesures effectuées d'heure en heure à Rabat, en 1927, par le capitaine Bidan (1). Les valeurs obtenues ont été comparées à la variation observée pour les mêmes journées à l'Observatoire du Val Joyeux, dépendant de l'Institut de Physique du Globe de l'Université de Paris. La marche diurne de la déclinaison est donnée par les écarts, exprimés en minutes et fractions de minutes, dans le tableau ci-dessous :

6 h.	7 h.	8 h.	9 h.	10 h.	11 h.	12 h.
2',03	1',00	0',32	0',73	2',77	5',45	7',35
13 h.	14 h.	15 h.	16 h.	17 h.	18 h.	19 h.
8',02	8',03	7',42	6',35	5',43	4',93	4',42

« Le minimum est vers 8 heures, le maximum vers 13 h. 1/2. Au Val Joyeux, ils se présentent un peu plus tôt, à 7 h. 1/2 et 13 heures ; cela tient à la différence d'heure locale entre Paris et Rabat. L'amplitude est de 7'71 à Rabat, 11',23 au Val Joyeux et le rapport de ces deux nombres est 0,69. »

« C'est la réduction d'amplitude due à la différence de latitude. Elle s'applique seulement à l'été, de même que la marche diurne établie, mais on pourra, faute de mieux, l'appliquer à toute l'année et calculer d'après la marche diurne au Val Joyeux à différentes saisons, la marche diurne au Maroc aux dates utiles ».

On ne connaît par aucune mesure directe les variations diurnes ni de l'inclinaison ni de la composante horizontale ; elles sont, en général, assez faible : (I : + 1' ; H : 20 à 30 unités C. G. S. du 5e ordre).

Les mesures effectuées à différentes époques sur le littoral et dans les pays limitrophes permettent d'avoir une idée approximative de la variation séculaire des diverses composantes.

Résultats des observations. Modes de réduction. Cartes

Pour la déclinaison, nous ne pouvons mieux faire que de reproduire la carte dressée par le Service topographique pour le 1er janvier 1931 ; elle est dessinée d'après 196 déterminations. On a adopté, comme variation diurne, les variations observées en France multipliées par 0,69, d'après les observations du capitaine Bidan, citées plus haut.

Pour la variation séculaire, on a utilisé les observations anciennes et les données fournies par l'Atlas magnétique, publié sous la direction de Ch. Maurain

(1) Mlle Homery. — Valeurs des éléments magnétiques dans l'Afrique du Nord au 1er janvier 1921. *Annales de l'Institut de Physique du Globe de l'Université de Paris et du Bureau central de Magnétisme terrestre*, t. II, 1924, p. 43.

(2) Service géographique de l'Armée : Déterminations des éléments magnétiques au Maroc. *Annales de l'I. P. G. Paris*, t. VI, 1928, p. 111.

(3) Mesures en cours de publication.

(4) Mission hydrographique française, 1920. *Annales du Service hydrographique de la Marine*, 1920.

(5) Service géographique du Maroc : Carte magnétique, déclinaison en grades au 1er janvier 1931. Rabat, 1934.

M. Michel. — Note au sujet de la carte de la déclinaison magnétique au 1er janvier 1934, présentée au Congrès de l'A. F. A. S. Rabat, 1934.

Une nouvelle carte en degrés a été établie depuis ; elle tient compte de 15 mesures nouvelles effectuées au Sud de Guercif par le Service géographique de l'Armée.

(1) Capitaine Bidan. — Variation diurne de la déclinaison à Rabat. *Annales I. P. G. de Paris*, t. VII, 1929, p. 180.

par le Bureau central de Magnétisme terrestre (1). Cette variation va de — 6',5 à l'Ouest à — 9' à l'Est.

La carte a été tracée de demi-degré en demi-degré. On n'a pas utilisé les mesures les plus anciennes dont les observations réduites à 1931,0 donnaient des résultats trop discordants.

Etant donné le petit nombre de mesures de l'inclinaison et de la composante horizontale, nous avons utilisé, pour les deux cartes insérées dans le présent numéro, toutes les mesures, quelle que soit leur date. Elles ont été réduites au 1er janvier 1931 (date choisie pour D par le Service topographique) de la manière suivante :

Aucune correction diurne n'a été appliquée à I ni à H ; celles-ci sont d'ailleurs généralement faibles et de l'ordre de grandeur des erreurs expérimentales : pour l'inclinaison $\pm$ 1 minute, pour la composante horizontale quelques unités C. G. S. du 4e ordre (20 à 30 γ).

Ces éléments présentent aussi une variation de période annuelle de faible amplitude (1 minute environ pour I, 15 à 20 γ pour H) ; les résultats du Service géographique étant les résultats bruts des observations, il faudrait leur faire subir une correction pour les ramener au 1er janvier de l'année correspondante. Mais ces corrections sont faibles et les mesures utilisées ont été effectuées pendant l'hiver à des époques peu éloignées de la date de réduction ; aussi avons-nous pu négliger cette variation annuelle.

Pour la variation séculaire, les mesures effectuées à différentes époques ont permis de dresser des courbes de variation que nous avons prolongées par extrapolation et de dresser des cartes de la variation séculaire annuelle moyenne.

Pour l'inclinaison, celle-ci décroit du Sud-Ouest au Nord-Est de — 7',5 à — 4'.

La variation de la composante horizontale présente de petites irrégularités, mais se répartit d'une manière plus homogène ; nous avons adopté, pour toute l'étendue du Maroc, sa valeur moyenne + 15 γ. Ces valeurs sont légèrement supérieures à celles qui avaient été données précédemment par Mlle Homery : — 4' pour I, + 10 γ pour H.

Les tableaux II et III donnent les valeurs de I et de H au 1er janvier 1931. Il nous a semblé utile d'ajouter au tableau II un certain nombre d'observations effectuées en Algérie, près de la frontière marocaine. La carte de l'inclinaison a été tracée de degré en degré, celle de la composante horizontale de 0,005 en 0,005 unité E. M. C. G. S.

Perturbations

La carte de la déclinaison pour 1931,0 due au Service topographique chérifien, révèle des perturbations étendues et considérables dont deux sont particulièrement importantes : la première est située dans le Moyen Atlas, entre Meknès, Taza et Midelt, la seconde dans le Grand Atlas, au Sud de Marrakech (Massif du Toubkal).

Les observations utilisées pour tracer les cartes de I et de H sont encore trop peu nombreuses et mal réparties ; nous avons tracé en traits interrompus les lignes correspondant aux zones de l'intérieur, où aucune mesure n'a été faite. Les valeurs de l'inclinaison observées au Sud de Guercif semblent particulièrement faibles ; nous avons dû interrompre le tracé des lignes isoclines dans la région.

Etudes projetées

Une station magnétique effectuant régulièrement la mesure des différentes composantes du champ terrestre et l'enregistrement de leurs variations doit être installée prochainement dans les locaux de l'Observatoire Averroès, dépendant de l'Institut Scientifique Chérifien (Service de Physique du Globe et de Météorologie). Suivant le vœu de la Section d'Electricité et Magnétisme terrestres du Comité national marocain de Géodésie et de Géophysique (1), l'enregistrement des variations de la déclinaison sera réalisé en 1935.

Il est évidemment très désirable que des observations soient aussi entreprises pour compléter le réseau actuel trop lâche et mal réparti. Ce travail est également projeté et sera réalisé dès que les circonstances le permettront.

J. Debrach,

Géophysicien au Service de Physique du Globe et de Météorologie de l'Institut Scientifique Chérifien.

(1) Ch. Maurain, L. Eblé, Mme De Madinhac et Mlle Homery. — Atlas magnétique. Paris, Presses Universitaires, 1925.

(1) Constitué le 11 septembre 1935 sous la présidence du Dr Liouville, Directeur de l'Institut Scientifique Chérifien. La Section d'Electricité et de Magnétisme terrestres est présidée par M. Bouillier, Chef du Service topographique chérifien.

Le magnétisme terrestre dans les États du Levant sous mandat français

I

Observatoire magnétique

Le seul observatoire magnétique de ces pays est celui de Ksara [1] (1), fondé en 1907, en même temps que l'Observatoire par le P. Berloty et dirigé actuellement par le P. Combier.

Le département magnétique comprend :

1° Un pavillon pour les mesures absolues où se trouvent trois piliers pouvant recevoir :

Un magnétomètre de Kew, une boussole d'inclinaison, (appareils construits par Dover) ;

Un inclinomètre électro-magnétique de Schutz-Wilde.

Actuellement, les mesures sont faites à l'aide d'appareils Chasselon (théodolite magnétique et boussole d'inclinaison, moyen modèle) qui me sont prêtés par le Service géographique de l'Armée, et qui ont été comparés, en 1933, aux instruments fondamentaux du Val Joyeux.

2° Une cave proche du pavillon où fonctionnent trois enregistreurs Carpentier pour D, H, Z.

L'Observatoire a été dévasté pendant la guerre de 1914-1918 : il ne subsiste que bien peu de choses des travaux antérieurs à cette époque [2] [3].

Une étude sur la variation diurne de la Déclinaison en 1934 paraîtra prochainement.

On n'envisage pas, pour ces pays, la création d'autres Observatoires magnétiques.

II

Mesures magnétiques

Les plus anciennes sont celles mentionnées par Hansteen [4] :

Alexandrette, le 3 février 1694, par Chazelles.

Alep, en 1781, par Beauchamp.

Au cours de ses Reconnaissances magnétiques [5], Antoine d'Abbadie, en 1885, visita en particulier Alexandrette, Beyrouth, Damas et Tripoli. L'auteur signale lui-même l'incertitude de quelques résultats.

En 1886, se place une observation faite à Lattakieh par le lieutenant de vaisseau Lephay [6].

En 1890 et 1894, la station de Beyrouth fut observée par le lieutenant de vaisseau Le Canelier [7].

En 1911, une mission du Département magnétique de l'Institut Carnegie de Washington détermina D, H, I en 12 stations situées à l'intérieur des frontières actuelles des Etats sous Mandat. Quatre de ces stations furent réoccupées, en 1922, par une mission du même département [8].

Au cours de la même année, la mission du Service Hydrographique de la Marine procéda à quelques déterminations sur le littoral [9].

De 1923 à 1925, les officiers du Service géographique de l'Armée ont observé de nouvelles stations, en particulier au cours de la mesure de la base géodésique de Bab [10].

En 1930, je reconnus 19 stations pour la plupart dans la zone désertique [11]. En 1932, nouvelle série de 19 stations, dont quelques-unes avaient déjà été occupées en 1925 et en 1930 [12] [13].

Depuis cette date, de nouvelles mesures ont été faites soit par le Service géographique de l'Armée, soit par moi-même : elles ne sont pas encore publiées.

III

Travaux d'ensemble et Cartes

La première synthèse est due à M^lle^ Homery, qui publia, en 1926, une étude sur la Déclinaison en Syrie avec une carte des isogones pour le 1^er^ janvier de la même année [14].

En 1932, le Bureau Topographique des Troupes française du Levant publia une carte des isogones pour 1931,0 renfermant 67 stations [15]. Ce document, notablement réduit, est inséré dans le présent numéro. J'avais établi, pour la même époque, des cartes relatives à H, I et Z. Eu égard à leur caractère essentiellement provisoire, elles n'ont pas été publiées.

Une courte notice consacrée à la Syrie se trouve dans une communication de M^lle^ Homery au Congrès des Sociétés Savantes de 1933 [16].

En 1933, le Bureau Topographique des Troupes françaises du Levant a publié une carte plus complète — 86 stations — des isogones pour 1933,0 [17].

Ces documents montrent qu'en ces pays la Déclinaison est l'objet de perturbations notables. Les études en cours permetront sans doute de préciser

(1) Les numéros entre crochets renvoient à la liste bibliographique ci-jointe.

leur tracé et aussi de rechercher, en collaboration avec la section Géologique du Haut Commissariat, l'influence de la structure géologique sur les manifestations du Magnétisme terrestre.

Jean Chevrier,

Attaché au Service météorologique de Syrie et du Liban.

Bibliographie

[1] *Les Jésuites en Syrie*, 1831-1931. Université Saint-Joseph. VIII, l'Observatoire de Ksara et les Services météorologiques. Plaquette publiée à l'occasion du Centenaire de la mission des Jésuites en Syrie. Les Editions Dillen, Paris, s. d.

[2] Observations de l'éclipse de soleil du 21 août 1914 à Ksara, par B. Berloty. *C. R. Ac. Sc.*, t. 159, 1914, p. 611.

[3] On the results of some magnetic observations during the solar eclipses of August 21, 1914, by L. A. Bauer and W. Fisk. *Terre Magn.*, vol. XXI, 1916, n° 2, p. 57.

[4] Untersuchungen uber den Magnetismus des Erde von Christopher Hansteen, ubergesetzt von P. Treschow, Christiania, 1819.

[5] Reconnaissances magnétiques faites par Antoine d'Abbadie. *Ann. Bur. Long.*, t. IV, 1890, p. B' I.

[6] Observations effectuées par le lieutenant de vaisseau Lephay. *Ann. Bur. Centr. Météo.*, 1887, p. 194 B.

[7] Mission Hydrographique de la Marine. *Ann. Serv. Hydr. Mar.*, 1890, p. 244 et 1894, p. 143.

[8] Results of the Land magnetic Observations of the Carnegie Institution of Washington, t. I, p. 73 ; t. II, p. 45 ; t. VI, p. 48.

[9] *Ann. Serv. Hydr. Mar.*, 1925-1926, N° 715, Série 3, p. 126.

[10] Mesures magnétiques effectuées en Syrie en 1923 et 1924 par le Service Géographique de l'Armée. *Ann. Inst. Phys. Gl.*, Paris, t. IV, 1926, p. 153.

[11] Reconnaissance magnétique en Syrie, par Jean Chevrier. *Ann. Inst. Phys. Gl.*, Paris, t. IX, 1931, p. 196.

[12] Observations magnétiques en Syrie, par Jean Chevrier. *Ann. Inst. Phys. Gl.* Paris, t, XI, 1933, p. 63.

[13] Mesures magnétiques en Syrie, par Jean Chevrier. *C. R. Ac. Sc.*, t. 196, 1933, p. 1428.

[14] Déclinaison en Syrie, par Mlle G. Homery. *Ann. Inst. Phys. Gl.*, t. IV, 1926, p. 157.

[15] Isogones pour 1931,0. Réseau magnétique des Etats du Levant sous Mandat français. Carte dressée par Jean Chevrier et tirée par les soins du Bureau Topographique des Troupes françaises du Levant. Beyrouth.

[16] Le Magnétisme terrestre dans les Possessions Françaises, par Mlle G. Homery. 66e Congrès des Soc. Sav., 1933, LXXXII, p. 459.

[17] Isogones pour 1933,0. Réseau magnétique des Etats du Levant sous Mandat Français. Carte dressée par Jean Chevrier et publiée par les soins du Bureau Topographique des Troupes du Levant. Beyrouth.

Le magnétisme terrestre à Madagascar

L'île de Madagascar offre aux recherches de magnétisme terrestre un terrain d'étude particulièrement intéressant. Au lieu d'un champ à peu près uniforme où les éléments se répartiraient de façon régulière, les observations révèlent, en effet, des variations à la fois importantes et brusques, des changements rapides affectant une ou plusieurs composantes, et cela dans un espace restreint : ainsi, à l'observatoire de Tananarive, la déclinaison magnétique varie de 3° sur un espace d'environ 150 mètres. Bref, on se trouve sans cesse en présence d'anomalies bien caractérisées ; l'amplitude des variations est grande, elle semble atteindre des valeurs sept ou huit fois plus fortes qu'en d'autres colonies plus calmes, l'Indochine, par exemple.

Aussi, les observations du magnétisme à Madagascar ne datent-elles pas d'aujourd'hui. Au cours des croisières et des campagnes hydrographiques, les officiers de la marine nationale avaient multiplié les mesures sur les côtes, surtout les mesures de la déclinaison qui leur étaient plus immédiatement utiles. On en trouverait les résultats dans les *Annales Hydrographiques* à partir de 1884. Mlle G. Homery a rassemblé la plupart de ces chiffres dans sa belle

étude d'ensemble sur la déclinaison à Madagascar, publiée dans les *Annales de l'Institut de Physique du Globe de l'Université de Paris*, tome III, en 1923. Elle y a joint un grand nombre de mesures faites par le P. Colin, tant dans l'intérieur de l'île que sur quelques itinéraires côtiers, entre 1892 et 1921, et enfin les deux premières séries de mesures faites par M. Brown pour le compte de l'institution Carnegie, de Washington, en octobre-décembre 1920.

Evidemment, d'autres sources de renseignements sont devenues accessibles depuis 1921. D'abord, les travaux du P. Colin, connus jusque là par les communications successives faites à l'Académie des Sciences à partir de 1894, ont été réunies en un gros volume comportant le détail des campagnes d'exploration et le dépouillement des magnétogrammes enregistrés sans trop de lacunes à l'Observatoire. C'est le volume IV, « Magnétisme de Madagascar » de l'histoire physique, naturelle et politique de Madagascar, de l'immense collection Grandidier. L'auteur expose à loisir les méthodes et discute les résultats avec soin. C'est, en second lieu, toute la série des itinéraires de M. Brown pour la Carnegie Institution entre janvier et juillet 1921, parue *in extenso* en 1927, dans le volume VI des « Researches of the department of Terrestrial Magnetism ».

Ce sont, enfin, les études entreprises au Service des Mines de Madagascar par MM. Savornin et Besairie. La première de ces campagnes est résumée au tome XI des *Annales de l'Institut de Physique du Globe de Paris* : « A. Savornin. Quelques mesures de déclinaison magnétique à Madagascar et leurs relations avec des phénomènes géologiques ». D'autres, celles de M. Besairie en particulier, sont encore, croyons-nous, en cours de publications.

Un simple coup d'œil sur la petite carte accompagnant le travail de M^lle^ G. Homery, ou sur les trois cartes hors texte de l'ouvrage du P. Colin suffit à montrer combien les tracés d'isogones, d'isoclines ou d'isodynamiques sont tourmentés dans les secteurs où les observations furent assez nombreuses pour un essai de représentation graphique.

Voici bien des années déjà que l'Observatoire de Tananarive ne peut plus participer directement à des travaux d'exploration. Absorbé par de multiples occupations, son personnel est devenu complètement sédentaire. Jadis, le P. Colin menait de front les levés géodésiques et les mesures magnétiques ; aucun géodésien, aucun topographe ne s'est, après lui, intéressé au magnétisme terrestre, aucun n'ajouta même une station unique aux 167 stations faites par le P. Colin.

Depuis 1906, la part de l'Observatoire se borne à l'entretien d'un magnétographe, enregistrant sans arrêt les variations des trois composantes du champ en un point déterminé, et à l'étalonnage périodique des enregistreurs par observations directes sur le pilier voisin : c'est une tâche nécessaire, qui permet l'étude des perturbations au cours des temps, et fournit les points de référence aux explorateurs. C'est aussi en tout pays besogne ingrate que le dépouillement des courbes et la détermination quotidienne de 72 valeurs peu variées ; besogne plus ingrate peut-être à Madagascar et autres pays subéquatoriaux, les perturbations s'y montrant si petites, si bénignes, que leur examen n'offre d'intérêt qu'*a posteriori*, par des comparaisons avec d'autres pays.

Il ne semble donc pas nécessaire d'entrer maintenant en plus nombreux détails sur les analyses de magnétogrammes. Il suffit de dire que l'instrument, arrêté vers la fin de la guerre, fut remis en marche en 1928, et continue depuis ses enregistrements, dépouillés sur place à mesure et partiellement publiés. Poisson et Delpeut : « Observations magnétiques faites à l'Observatoire de Tananarive (Madagascar) pendant l'année 1929 », dans *Annales de l'Institut de Physique du Globe de Paris*, tome IX.

D'un plus grand intérêt seraient l'exposé et la discussion des variations du champ magnétique dans l'espace, dans les rares secteurs de l'île qui sont à peu près connus à ce point de vue. Les causes des anomalies n'ont pas toutes été mises en lumière. Le P. Colin résumait ses propres observations, portant surtout sur les terrains anciens de l'île, sur les schistes cristallins, en disant : « On constate une déclinaison régulière ou presque régulière dans l'intérieur de l'île sur les alluvions, les bancs de gneiss et de quartzite ; aux bords de la mer, sur les amas madréporiques. Toutefois, il serait imprudent de se fier à une régularité absolue des deux autres éléments ; car l'intensité et l'inclinaison se trouvent souvent en défaut dans ces stations, par suite de la présence d'oxyde de fer magnétique » (volume : Conclusion générale, p. 321).

Si je comprend bien, cela revient à dire : lorsque les couches géologiques sont régulières et sans remaniements ultérieurs, la distribution des éléments magnétiques est régulière. Mais où sont les couches non remaniées sur le Plateau central ? Sur ce plateau, nous constatons fréquemment la présence d'épanchements granitiques formant des dykes, des alignements rectilignes sur 5, 10... 40 kilomètres, et 20 à 50 mètres de largeur. Sur ces alignements

(l'un d'eux passe à l'Observatoire même), il y a changement brusque des éléments magnétiques.

Sur certains épanchements volcaniques, sur les roches basaltiques, les mesures magnétiques révèlent des changements : la déclinaison Nord-Ouest non seulement diminue, mais parfois change de sens, devient Nord-Est.

Dans les sables des plages, le fer oxydulé dont parle le P. Colin consiste en dépôts plus ou moins considérables de magnétite : l'anomalie est de droit.

Sous la terre rouge, la latérite des plateaux, qui marque la décomposition des gneiss comme aussi des autres roches, il peut exister notamment des quartzites à magnétite. En écrivant ces lignes, j'ai en vue un affleurement de ces roches, situé à moins de 2 kilomètres à l'Ouest de l'Observatoire, inconnu semble-t-il du P. Colin, dont il a dû fausser les mesures dans le secteur d'Ambatoroka, et que le tracé de chemins en tranchée m'a permis de reconnaître et de suivre assez longtemps ; je songe également à un autre affleurement moins puissant qui m'est apparu dans l'est de l'Observatoire, visible seulement dans un petit fragment de chemin creux qui descend à la rizière. Encore un que le P. Colin ne connaissait pas, et au-dessus duquel il a dû passer plus d'une fois.

Une des principales causes d'anomalies serait la susceptibilité magnétique de certaines roches, surtout les quartzites à magnétite qui sont un peu partout, certains granites éruptifs, des basaltes, etc.

Une cause peut-être plus intéressante au point de vue de la prospection serait l'existence d'accidents géotectoniques, cassures ou failles. Il semble que les recherches du Service des mines s'orientent surtout dans cette voie, difficile mais pleine d'attraits pour qui travaille à dresser la carte géologique du pays.

De ces remarques, on pourrait peut-être conclure que les campagnes d'exploration magnétique d'une colonie ne peuvent être réellement complètes, réellement solides, si chaque station n'est pas en même temps étudiée avec soin du point de vue minéralogique ou stratigraphique. L'idéal serait évidemment que le magnétiste se double d'un géologue. Rien n'empêche, il est vrai, le géologue de se rendre après coup sur les points où les observations magnétiques ont révélé ou cru trouver une anomalie. En tout cas, pour le magnétisme terrestre comme pour la séismologie, la collaboration de plusieurs disciplines est indispensable.

Ch. Poisson,
Correspondant de l'Institut,
Directeur de l'Observatoire.

Tananarive, décembre 1934.

Le magnétisme terrestre à la Martinique

Les premières observations magnétiques faites à la Martinique datent de 1682.

A cette époque, Louis XIV avait envoyé une mission composée de Deshayes, Duclos et Varins pour faire des observations astronomiques et des mesures magnétiques en divers points du globe. Ces trois savants travaillèrent à Gorée, à Basse-Terre (Guadeloupe), puis à la Martinique, en novembre 1682.

Sur cette île, ils firent leurs observations à Saint-Pierre, en un point de longitude 63°41'15" et de latitude 14°44' N., à l'emplacement de l'ancienne batterie Sainte Marthe, au sud de Saint-Pierre.

Les valeurs trouvées pour la déclinaison magnétique ont été les suivantes :

20 novembre 1682.....	D	4°05' E
22 novembre 1682.....	D =	4°06' E
24 novembre 1682.....	D =	4°13' E

De 1703 à 1706, le P. Feuillée, de l'ordre des Minimes, envoyé également en mission aux îles d'Amérique, a fait quelques observations magnétiques à la Martinique.

Dans son journal de voyage, il donne les résultats suivants :

Février 1706	D =	6°05' E
Novembre 1706.....	D =	6°10' E

Les mesures étaient effectuées au Gros-Morne, en un lieu de coordonnées : 63°14'18" W, 14°42'35" N.

En 1751, Thibault de Chanvalon, installé à Saint-Pierre, fit des observations météorologiques et des mesures magnétiques nombreuses, parues en 1763 dans son *Voyage à la Martinique.*

L'ouvrage en question contient des détails intéressants sur les appareils utilisés à l'époque. L'auteur, qui n'avait pu déterminer le méridien géographique passant par son point d'observation, calculait la déclinaison magnétique en lisant les angles de la direction de l'aiguille aimantée et du soleil à son lever et son coucher.

Voici les valeurs trouvées par Thibault de Chanvalon :

Le 8 août 1751	D =	3°42' E
Le 8 octobre 1751	D =	5°07' E
Le 3 novembre 1751	D =	4°33' E
Le 4 novembre 1751	D =	4°14' E
Le 6 novembre 1751	D =	3°18' E
Le 21 novembre 1751 ...	D =	3°45' E
Le 24 novembre 1751 ...	D =	3°37' E
Le 25 novembre 1751 ...	D =	3°39' E
Le 1er décembre 1751 ...	D =	3°55' E

Il faut ensuite arriver à 1858 et à 1883 pour trouver de nouvelles valeurs des éléments magnétiques à la Martinique. Effectués, cette fois, à Fort-de-France par les ingénieurs du Service hydrographique de la Marine, les mesures ont donné :

Pour 1858	D =	1°10' E
Pour 1883	D =	0°07'04" E

En 1905 et 1922, des mesures ont été exécutées par les soins de l'Institution Carnegie ; on en trouve les résultats, pour les Antilles, dans les publications de cet établissement scientifique : *Land magnetic and electric observations*, tome I, page 97 et tome VI, page 91.

On y relève pour Fort-de-France en un point de latitude : 14°35'9 N. et de longitude W. de G. : 61°06'.

DATES	D	I	H
21 juillet 1905.	2°22'0 W	45°14'6 N	0,29620
22 juillet 1905.	2°18'0 W		0,29636
29 avril 1922 .	2°21'8 W	47°17'3 N	0,28502

En 1932, le Service de physique du globe de la colonie a commencé ses observations magnétiques.

Le nouvel établissement scientifique est doté des appareils habituellement employés dans les Observatoires français.

Pour les mesures absolues, on a un théodolite-boussole Chasselon moyen modèle et une boussole d'inclinaison Chasselon.

Les mesures faites avec ces instrument, et dont nous donnons le relevé plus loin, ont été exécutées aux environs de Fort-de-France, à 1.200 mètres de la ville en un point de coordonnées : 14°36'06" N., 61°05'30" W.

Les mesures faites en d'autres points ont été peu nombreuses. Le manque d'exactitude des cartes actuelles de la Martinique n'a jamais permis l'utilisation d'un des procédés habituels pour la détermination du méridien géographique, nous avons dû utiliser la méthode des hauteurs correspondantes, en visant le soleil ; l'opération est fort longue et exige un ciel peu nuageux, ce qui est rare aux Antilles.

Pour l'étude des variations, une Station d'enregistreurs est installée à l'Observatoire du Morne-des-Cadets, dans un bâtiment isolé, à 300 mètres des autres locaux.

Les appareils employés sont des enregistreurs Mascart, construits par les ateliers Carpentier, semblables à ceux utilisés à l'Observatoire magnétique du Val Joyeux.

La construction de la Station a présenté quelques difficultés. Il a fallu, tout d'abord, trouver un terrain isolé et en même temps à proximité de l'Observatoire, afin de permettre au personnel de s'y rendre facilement, puis créer des servitudes dans un rayon suffisamment grand pour être certain de ne pas être gêné sous peu par des installations électriques, l'électrification de l'île étant en plein développement. Nous avons dû veiller attentivement également aux matériaux employés pour la construction, les sables habituellement employés dans la région proviennent en effet des plages de Saint-Pierre, du Carbet, et sont fortement magnétiques.

Les mesures magnétiques exécutées à la Martinique visent deux buts principaux :

1° Le développement du réseau mondial des Stations magnétiques permanentes ;

2° L'étude des variations magnétiques locales en liaison avec l'activité volcanique de la Montagne Pelée.

Nous avons déjà exposé brièvement, dans cette revue, le principe de ces mesures appliquées au volcanisme (1).

L'Observatoire de la Martinique est situé à 650 kilomètres environ de la Station magnétique de San Juan de Porto-Rico. Il semblerait, au premier abord, que les deux Stations soient bien rapprochées, mais la situation unique de celle de la Martinique au voisinage d'un volcan actif présente le plus haut intérêt. Les observations comparées de San Juan et du Morne-des-Cadets permettront de distinguer les perturbations qui sont dues spécialement à la Montagne Pelée.

Au cours de la période précédant les manifestations volcaniques doivent se produire des déplacements internes du magna ; les couches les plus élevées

(1) *Annales de physique du Globe de la France d'outre-mer*, N° 5, 1934, page 142.

doivent s'échauffer lentement, des effets électrochimiques s'y produire, d'où variations dans la perméabilité magnétique des roches aux environs de la cheminée volcanique, et par suite dans la répartition du champ magnétique. Ce qui nous permet d'espérer beaucoup de ces mesures, c'est le résultat déjà obtenu sur le magnétographe dans les pays à grande séismicité. On sait, en effet, qu'à l'Observatoire de Physique du Globe de Santiago du Chili, on est arrivé à déceler environ vingt heures à l'avance l'approche d'un séisme grâce à l'examen des graphiques donnés par un magnétographe disposé convenablement.

Il y a tout lieu de croire que le travail interne doit être plus considérable avant une éruption volcanique qu'avant un séisme et, par conséquent, plus grande et plus nette l'action produite sur le magnétographe.

Si la méthode donne des résultats probants, le problème de la prévision des éruptions volcaniques sera pratiquement résolu, car il est vraisemblable que le phénomène se présente toujours suivant un processus où les phases se succèdent dans un ordre déterminé et les premières une fois constatées permettront de prévoir les suivantes.

Pour compléter l'outillage précédemment mentionné et pouvoir faire des relevés fréquents et rapides de la répartition des forces magnétiques aux abords immédiats du volcan, on a doté également l'Observatoire de balances magnétiques Schmidt : l'une pour les variations de la composante verticale ; l'autre pour les variations de la composante horizontale. Rappelons que le principe de ces deux instruments est le même : on équilibre le moment des forces magnétiques exercées sur un aimant, et qui tend à le faire tourner, par un moment de forces de gravité qui tend à le faire tourner en sens contraire.

Nous n'avons pu encore nous servir d'une façon courante de ces appareils, n'ayant pas de Station fixe de référence et n'ayant pas la possibilité de les étalonner. Les mesures préliminaires effectuées jusqu'ici ont permis seulement de se rendre compte, *grosso modo*, de l'existence d'anomalies autour de la Montagne Pelée.

ROMER,
Chef du service de Physique du Globe de la Martinique.

TABLEAU DES VALEURS TROUVÉES
A FORT-DE-FRANCE POUR LES ÉLÉMENTS MAGNÉTIQUES

Année 1932

Dates	Déclinaison Ouest	Inclinaison Nord	Composa. horizont.
16 avril.....	7°52'18"	48°22'10"	0,27880
21 mai	7°54'13"	48°23'12"	
19 juin	7°56'22"	48°22'58"	
17 juillet ...	7°54'23"	48°23'33"	
13 août	7°53'40"		0,27866
18 septembre	7°58'22"	48°24'46"	
10 octobre ..	7°57'30"		0,27845
17 novembre.	8°00'40"	48°25'30"	
28 décembre.	7°59'10"	48°27'16"	0,27844

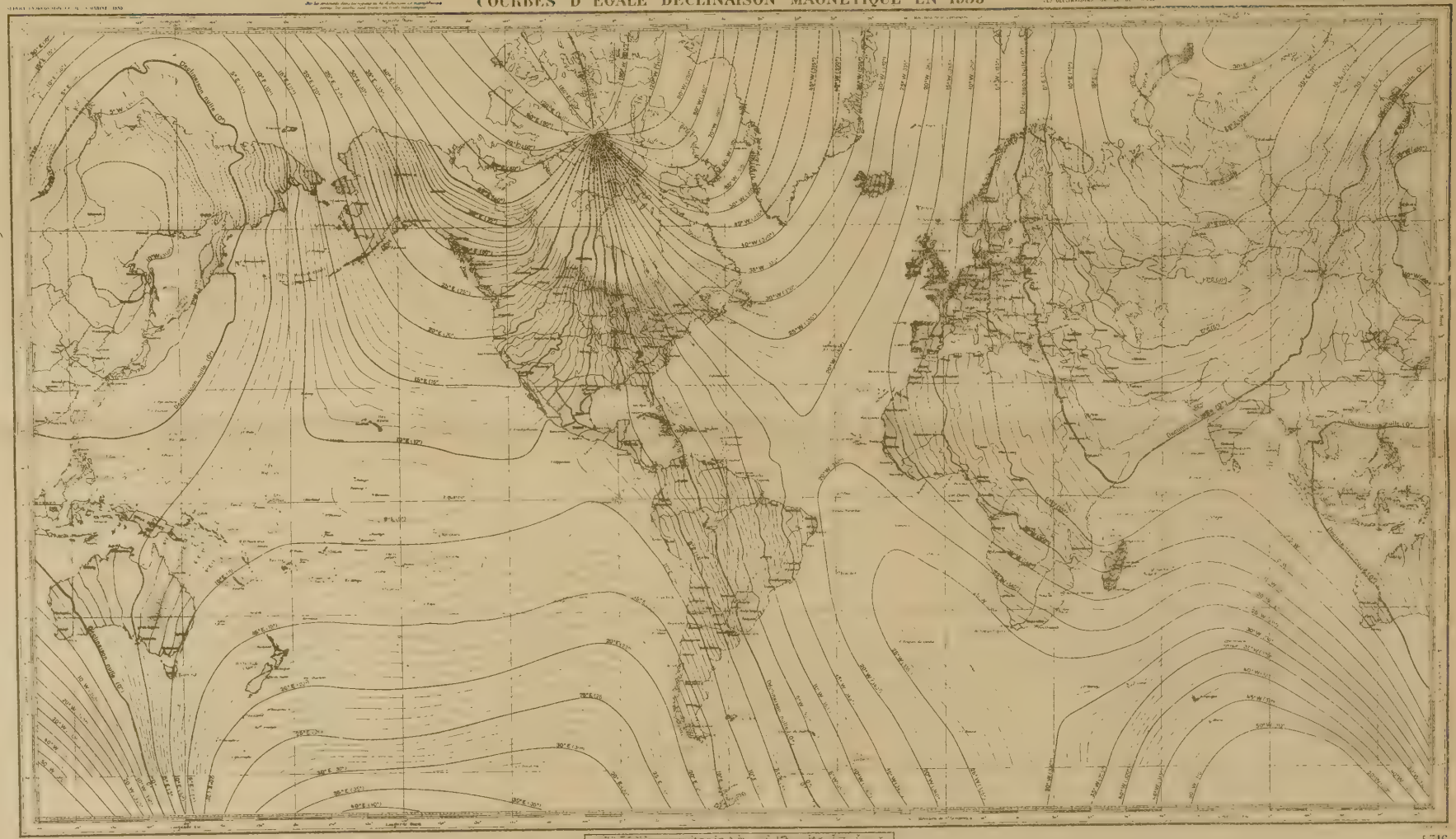
Année 1933

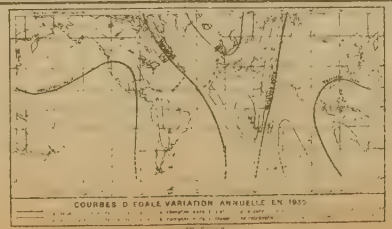
Dates	Déclinaison Ouest	Inclinaison Nord	Compos. horizont.
2 janvier ...	8°09'12"	48°25'12"	
3 janvier ...			0,27852
25 janvier ..	7°58'15"		
27 février ...	8°15'27"	48°30'12"	
28 mars	8°17'22"		0,27854
26 avril.....	8°10'32"	48°29'27"	
25 mai	8°09'56"		0,27823
26 mai		48°28'05"	
19 juin	8°16'11"	48°27'58"	
17 juillet ...	8°14'16"		0,27836
19 juillet ...		48°29'48"	
7 août	8°16'40"		0,27812
11 septembre	8°20'02"	48°28'17"	
14 octobre ..	8°18'04"		0,27840
15 octobre ..		48°26'12"	
18 novembre.	8°17'27"	48°29'46"	
22 décembre.	8°12'40"	48°31'27"	
23 décembre.			0,27796

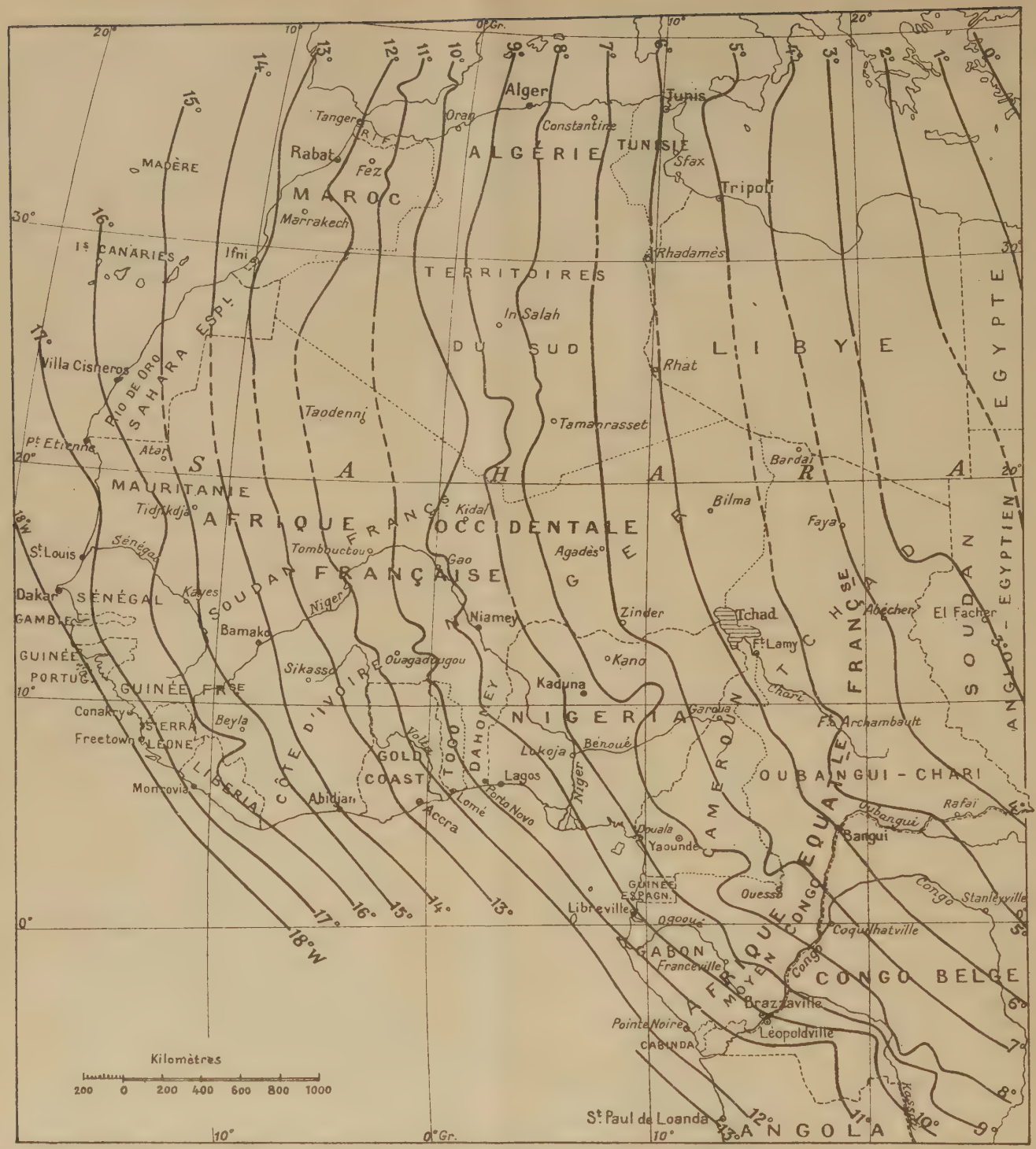
Année 1934

Dates	Déclinaison Ouest	Inclinaison Nord	Compos. horiz.
15 janvier ..	8°12'45"	48°30'15"	0,27830
12 avril	8°17'34"	48°29'16"	0,27830
17 août	8°28'30"	48°27'48"	0,27830
21 décembre.	8°20'14"	48°29'36"	0,27800

COURBES D'ÉGALE DÉCLINAISON MAGNÉTIQUE EN 1935

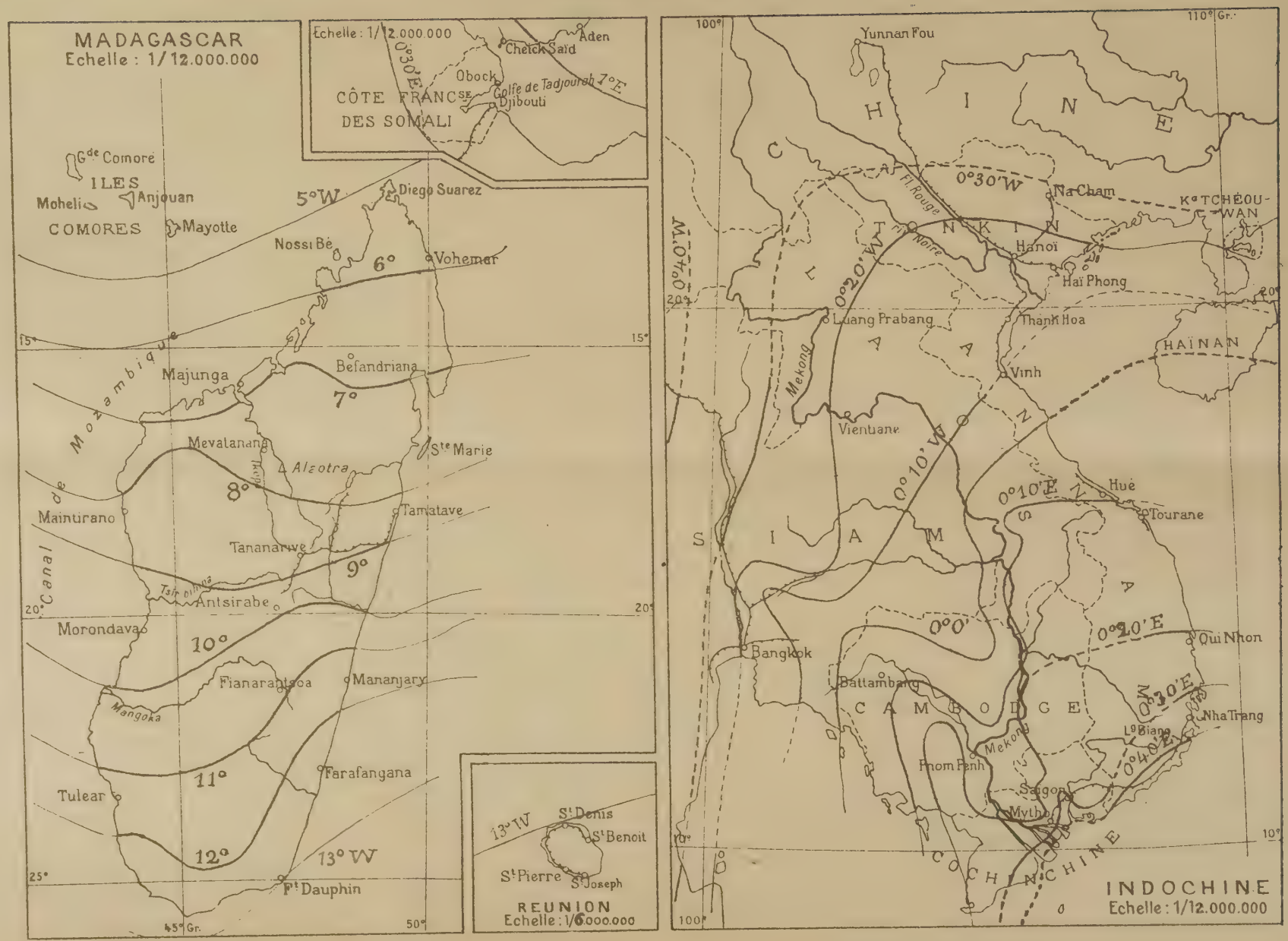


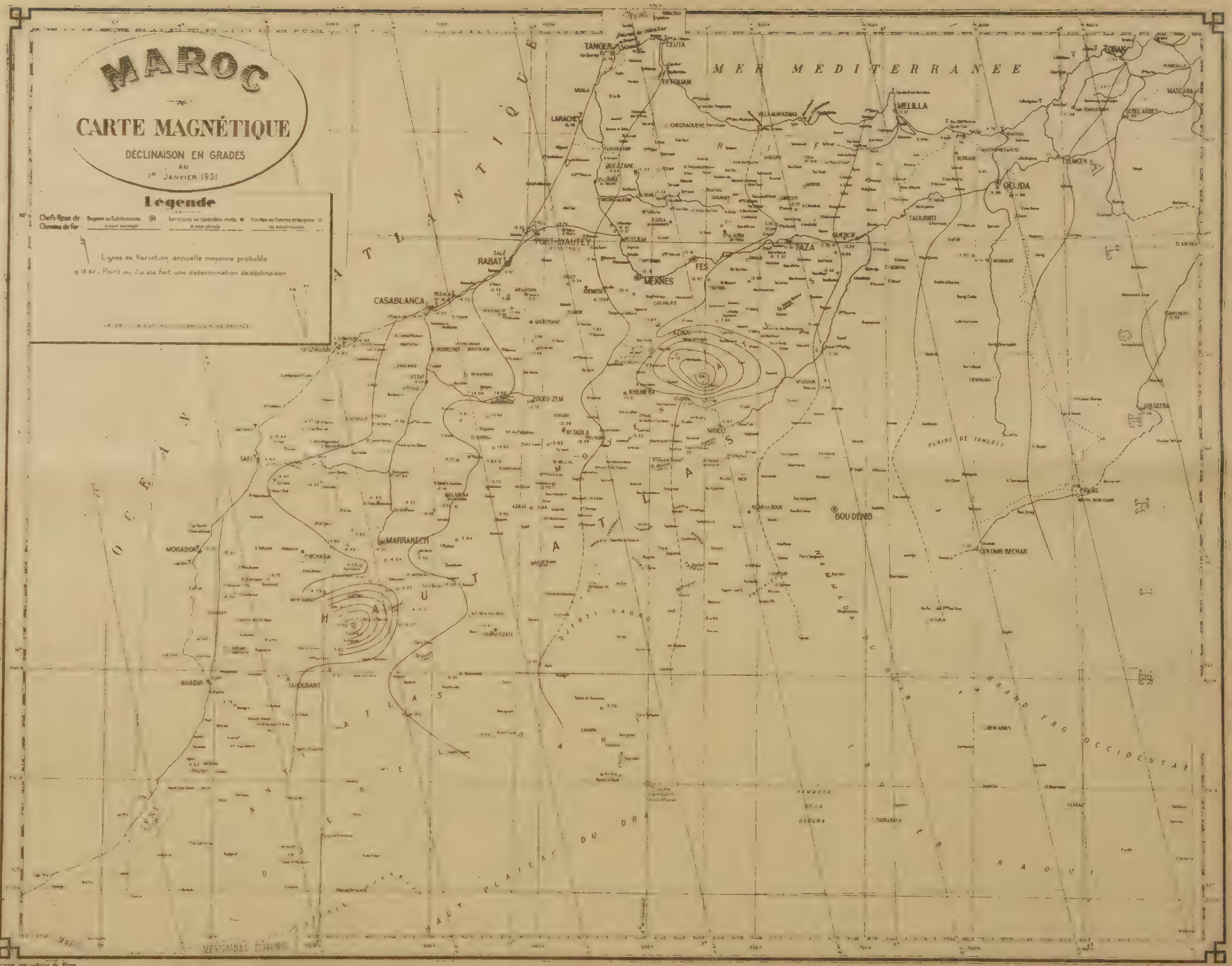


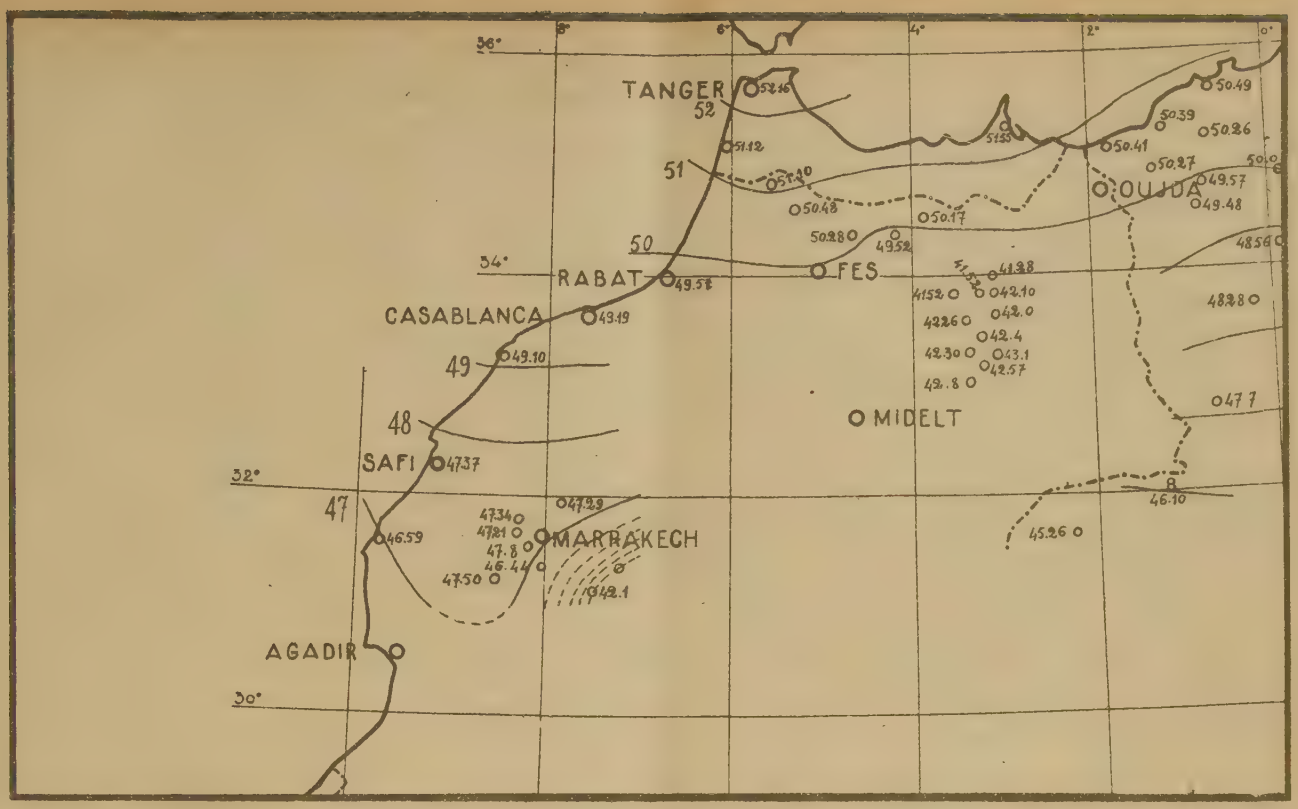


Déclinaison magnétique dans les territoires de l'Afrique du Nord et de l'Ouest I935,0

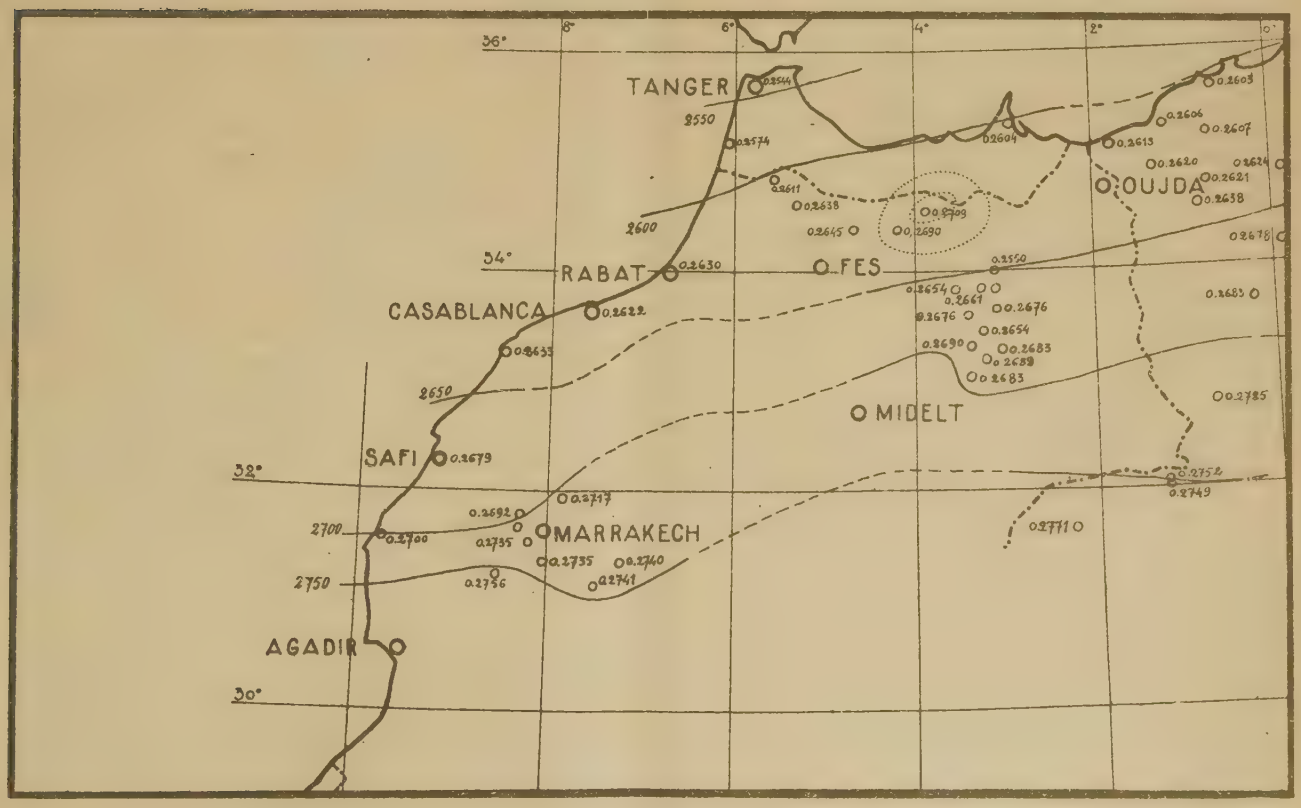
DECLINAISON I935,0



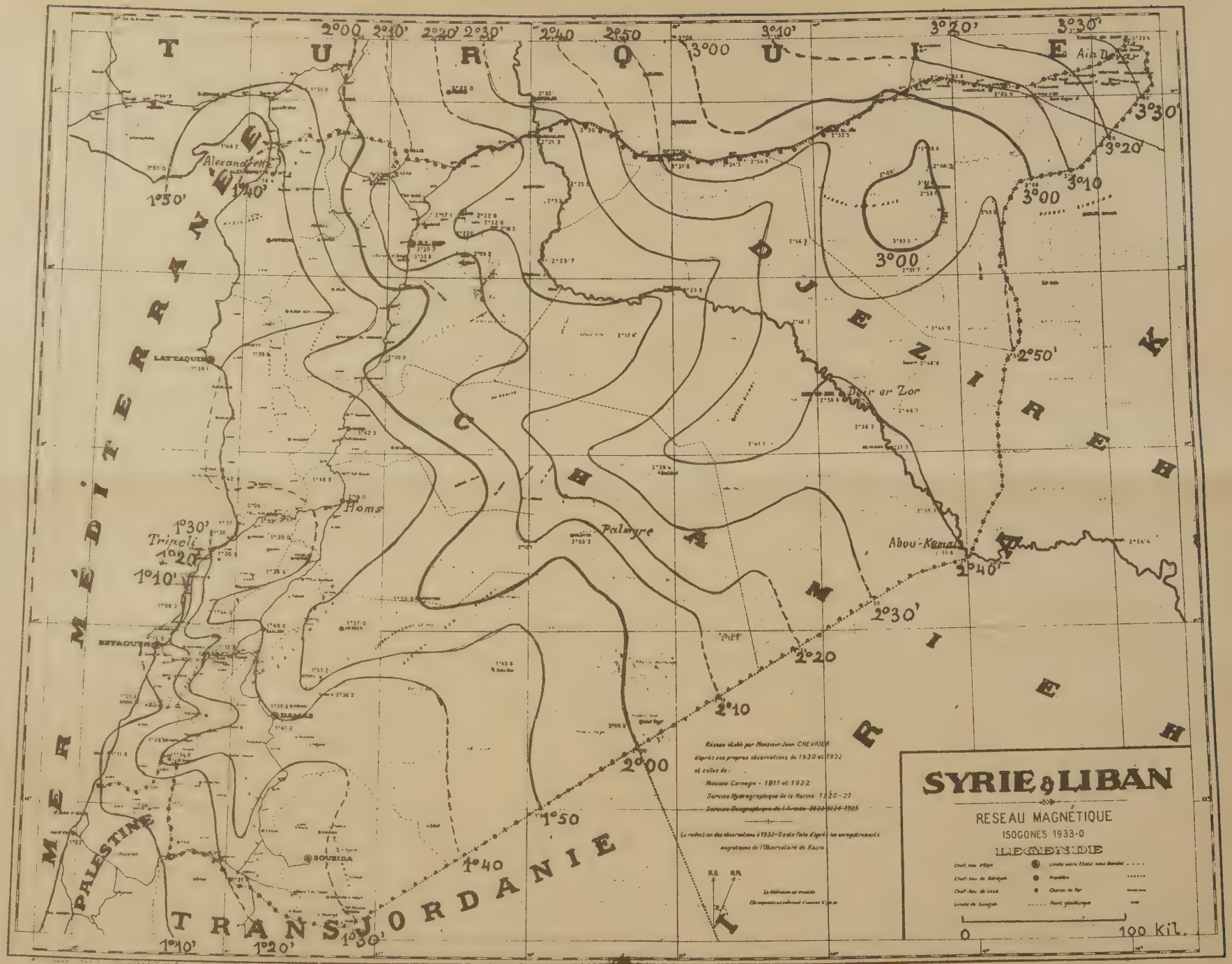

MAROC
CARTE MAGNÉTIQUE
DÉCLINAISON EN GRADES
AU
1er JANVIER 1931
Légende
Lignes de Variation annuelle moyenne probable
Point où il a été fait une détermination de déclinaison
MER MEDITERRANEE
OCEAN ATLANTIQUE
TANGER
CEUTA
TETOUAN
MELILLA
LARACHE
TORAN
MASCARA
SIDI BEL ABBES
TLEMCEN
OUJDA
TAOURIRT
PORT-LYAUTEY
SALE
RABAT
CASABLANCA
FES
MEKNES
TAZA
GUERCIF
KHENIFRA
MIDELT
AZROU
OUED ZEM
BEN AHMED
SAFI
MOGADOR
MARRAKECH
AGADIR
TAROUDANT
BOU DENIB
COLOMB BECHAR
AIN SEFRA
PLAINE DE TAMLELT
HAUT ATLAS
ANTI ATLAS
DJEBEL SAGHRO
HAMADA DE DAOURA
REGION DU TAFILALET
BRANDFAG OCCIDENTAL
HAUT PLATEAU DU DRA



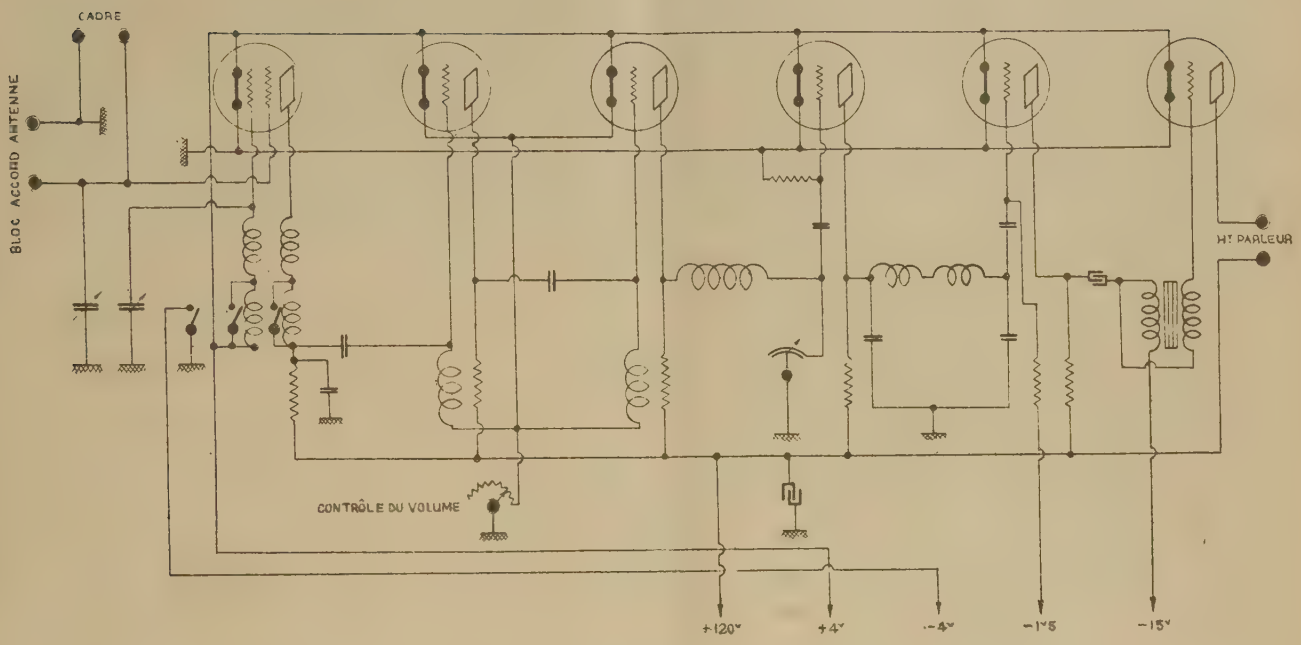
MAROC.- Inclinaison au Ier Janvier 1931



MAROC.- Composante horizontale au Ier Janvier 1931

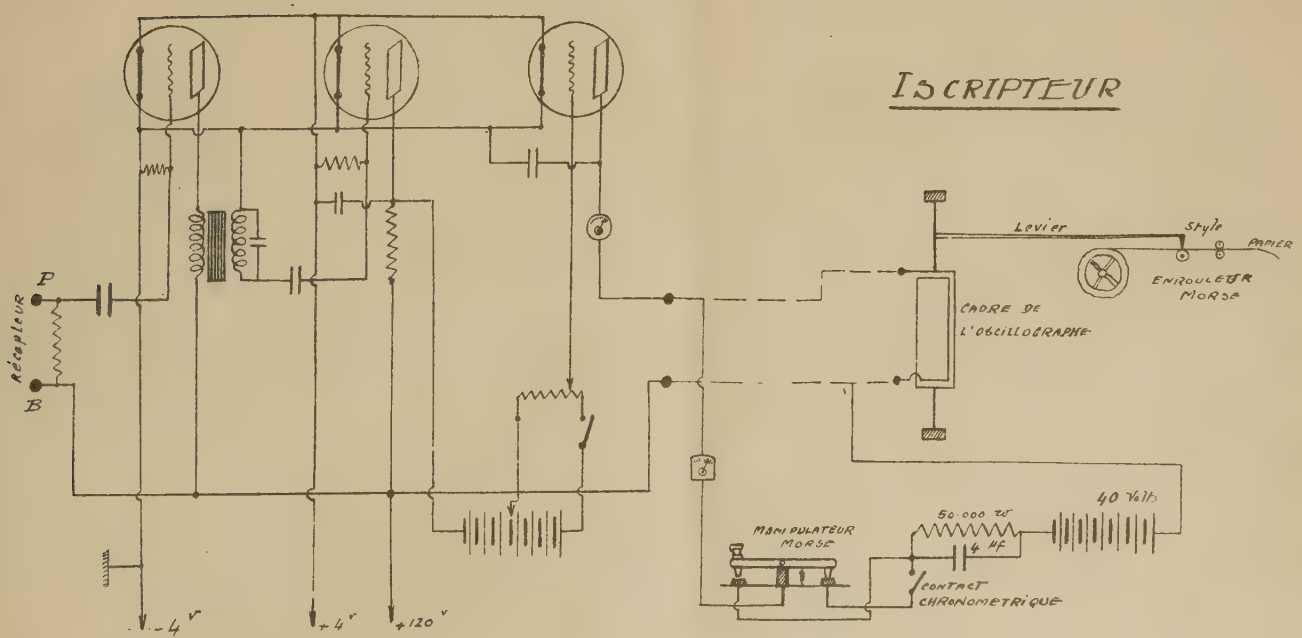

T U R Q U I E
M E R M É D I T E R R A N É E
C H A M E A U X
D J E Z I R E H
E R R I E H
T R A N S J O R D A N I E
PALESTINE
Alexandrette
LATTAQUIE
Homs
Tripoli
Palmyre
Deir er Zor
Abou-Kemal
BEYROUTH
DAMAS
SOUEIDA
2°00 2°10' 2°20' 2°30' 2°40 2°50 3°00 3°10' 3°20' 3°30'
1°30' 1°40' 1°50' 2°00 2°10 2°20 2°30' 2°40 2°50' 3°00 3°10 3°20 3°30
1°30' 1°20' 1°10' 1°00' 1°10' 1°20' 1°30' 1°40' 1°50'
Réseau établi par Monsieur Jean CHEVRIER
d'après ses propres observations de 1930 et 1932
et celles de :
Mission Carnegie - 1911 et 1922
Service Hydrographique de la Marine 1920-21
Service Géographique de l'Armée 1923-1924-1925
La réduction des observations à 1933-0 a été faite d'après les enregistrements
magnétiques de l'Observatoire de Kasra
SYRIE & LIBAN
RESEAU MAGNÉTIQUE
ISOGONES 1933-0
LEGENDE
0
100 kil.

RÉCEPTEUR DE T.S.F. TYPE SFER 28



ENREGISTREUR DE PARASITES ATMOSPHERIQUES

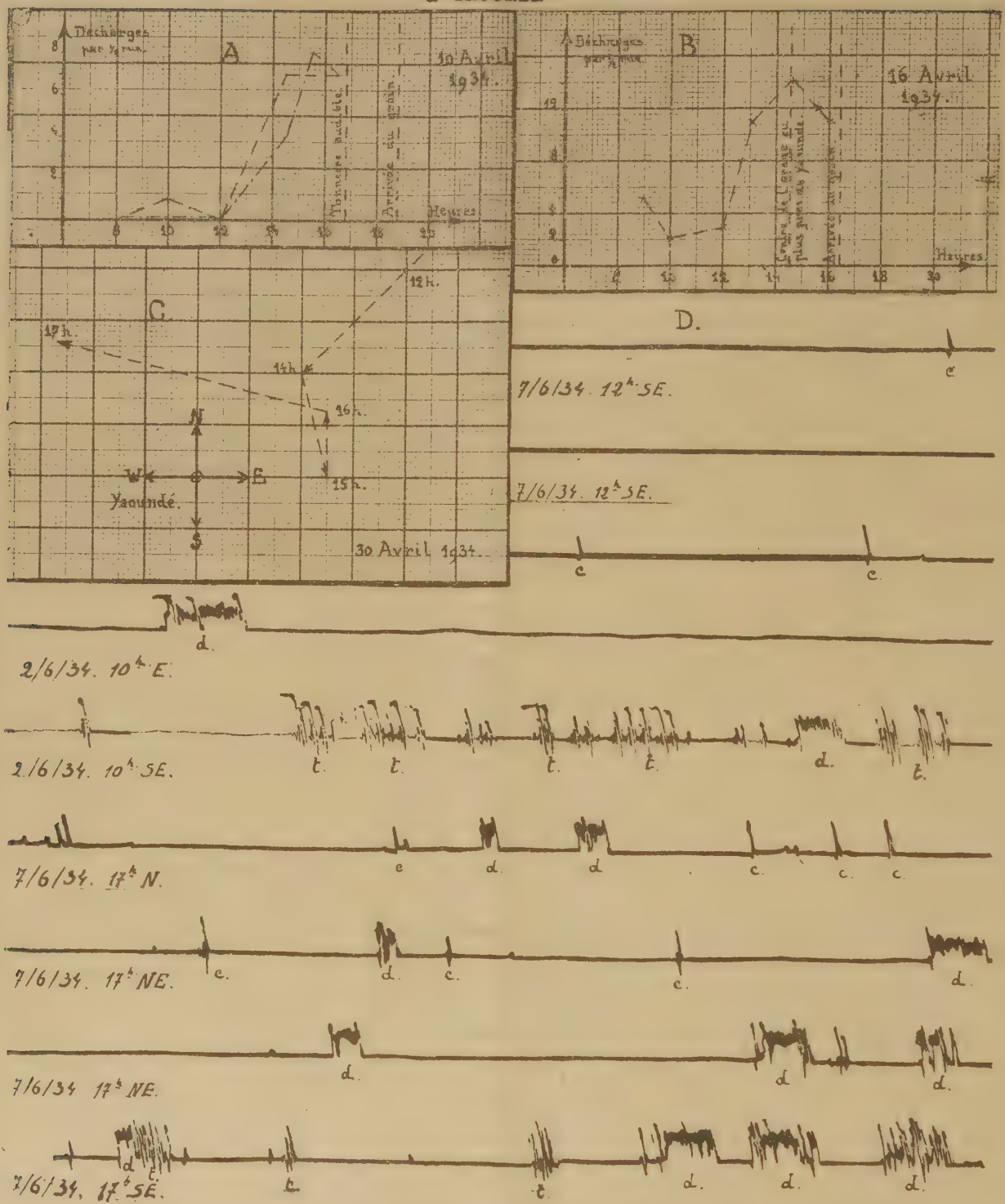
REDRESSEUR



INSCRIPTEUR

ETUDE des PARASITES ATMOSPHERIQUES

à YAOUNDÉ



Augmentation du nombre de décharges en fonction du temps :

A) le IO Avril I934; B) le I6 Avril I934; C) Azimuts des décharges de I2 à I7 heures le 30 Avril I934); D) Exemples de claquements, décharges et signaux télégraphiques enregistrés à Yaoundé: c, claquements; d, décharges, t, signaux télégraphiques. Les dates, heures et azimuts sont indiqués sur chaque bande.

Une carte du XVIII[e] siècle donnant la déclinaison magnétique en Afrique

La carte magnétique du Major Rennell

En l'an VIII (année 1800), paraissait, à Paris, chez Dentu, imprimeur-libraire, Palais-Egalité, galeries de bois, N° 240, un *Voyage dans l'intérieur de l'Afrique* fait en 1795, 1796 et 1797 par M. Mungo Park, envoyé par la Société d'Afrique établie à Londres, avec des éclaircissements sur la Géographie de l'intérieur de l'Afrique, par le Major Rennel. La traduction française sur la seconde édition anglaise était due à J. Castéra.

Le second volume de cet ouvrage contient, en appendice, des *Observations sur la Géographie de l'Afrique*, sans doute dues pour la totalité au Major Rennell, et où sont présentées et discutées de nombreuses questions se rapportant au voyage de Mungo Park : découvertes géographiques, cours du Niger et du Nil, cartes, etc.

Au troisième chapitre de cet appendice, l'auteur examine dans le détail et commente les observations géographiques de Mungo Park. Il indique en même temps de quelle manière ont été établies les cartes géographiques accompagnant l'ouvrage.

Le Cap Vert et le fort Saint-Louis ont été, d'abord, placés d'après leur position astronomique. Pour l'intérieur du pays, d'importants emprunts ont été faits aux cartes de Danville, de Woodwille, de Wadstrom, de Beaufroy, etc. Enfin, le village de Pisania, sur la Gambie, point d'où partit Mungo Park, est placé d'après sa position astronomique approchée.

Une grande partie des observations géographiques de Mungo Park ayant été perdue, la position des localités fut déduite de distances appréciées au temps (jours de marche) et de directions déduites des observations à la boussole qui purent être conservées par l'explorateur. Enfin, pour la première partie de l'itinéraire, jusqu'à Jarra (environ 600 kilomètres de Pisania), des corrections d'ensemble purent être apportées dans l'établissement des cartes grâce à certaines déterminations de latitude faites par Mungo Park.

Malheureusement, le sextant de celui-ci lui ayant été volé à Jarra, il devenait indispensable, pour reconstituer un itinéraire satisfaisant, de connaître les différentes valeurs de la déclinaison dans les territoires parcourus.

C'est pour aboutir aux corrections nécessaires que le Major Rennell entreprit de reconstituer les isogones en Afrique — et pour toute l'Afrique ! — pour une date qui correspond sans doute à la moyenne de la période du voyage de Mungo Park et qu'on peut fixer, sans erreur appréciable, à l'année 1796 (1). Pour faire cet important travail, le Major Rennell utilisa les matériaux fort complets qu'on possédait déjà pour les régions maritimes, en particulier les déterminations faites en 1789 au delà du Cap de Bonne-Espérance, et celles de 1793 pour l'Atlantique et pour la Méditerranée.

Dans l'intérieur de l'Afrique, le Major Rennell ne pouvait faire autrement que de tracer les isogones au sentiment — sauf peut-être pour la région comprise entre l'embouchure de la Gambie et Jarra — et de donner un document de caractère surtout théorique. Cependant, si l'on admet que la distribution des courbes de 1796 dans les régions maritimes était correcte et qu'il n'y a pas d'anomalies exceptionnellement graves dans le continent africain, il apparaît qu'il était difficile pour le Major Rennell de donner un autre tracé que celui que nous avons sous les yeux.

Grâce à lui, nous avons, en tout cas, très probablement, la première carte magnétique se rapportant à nos colonies d'Afrique. Il a paru intéressant d'en donner une réduction dans ces *Annales*.

Valeur scientifique de la carte du Major Rennell

Quelle confiance peut-on faire à ce document, que le Major Rennell présente, d'ailleurs très modestement, comme une simple « esquisse » ? A première vue, le dessin général des isogones est si différent de ce qu'il est aujourd'hui en Afrique (voir la carte, page 46), qu'on est porté à considérer que l'interprétation, sans doute de bonne foi, donnée pour 1796, ne pouvait correspondre à la réalité.

Eh bien, à la réflexion, il semble que ce soit le contraire qui soit exact.

Tout d'abord, remarquons que le dessin géographique des côtes est excellent. C'est un travail de

(1) Dans cet article nous ramènerons l'origine de la carte à cette date, qui paraît la plus logique, encore que d'autres cartes — géographiques — de l'ouvrage portent la date de 1798.

marin, très supérieur à la moyenne des documents de l'époque. A des détails près, imputables surtout à la projection, qui entraîne des déformations en largeur, il est pratiquement superposable au beau document, d'ailleurs à la même échelle, que nous présente cette année le Service hydrographique de la Marine.

Quant au dessin des isogones, lorsqu'on compare les deux cartes de 1796 et de 1935, on n'y trouve aucune analogie ni pour l'intérieur de l'Afrique, ce qui peut s'expliquer, ni même pour les régions maritimes. Or, les connaissances des navigateurs de l'époque étaient assez approfondies pour qu'on puisse considérer que le tracé des isogones en mer était connu d'une façon très satisfaisante à la fin du XVIII^{e} siècle.

C'est de cette idée que je suis parti et j'ai supposé que le dessin des isogones pour l'Afrique et les régions environnantes avait dû changer du tout au tout depuis 1796. La valeur de la variation séculaire, différente comme on sait pour chaque station, donnait bien peu d'espoir de retrouver le passage du dessin d'une carte à l'autre. Cependant, en redessinant le document élaboré par le Major Rennell et en le reportant sur celui de 1935, j'ai pu constater que si l'on déplace le premier d'exactement 39° vers l'Ouest, sans rien changer pour la latitude, *on a deux dessins à peu près superposables à la fois quant à leurs grandes lignes et quant aux valeurs des isogones.*

Une seule divergence importante s'observe. Elle se rapporte à l'isogone 0, vers Ceylan, à l'extrémité orientale de la carte. Elle est très localisée et correspond, comme on sait, à une zone de variations rapides.

On peut donc retenir ici la remarquable similitude générale des deux dessins, et cela permet de conclure que la carte du Major Rennell est un excellent document scientifique.

La rotation en bloc du dessin des isogones de 1796

Il est intéressant de constater que la direction probable du pôle magnétique en 1796 (déduite à la fois de la direction de la position de l'isogone 0 à cette époque et de la probabilité de la constance du dessin général des isogones pour les régions qui nous occupent) passe par le pôle magnétique de 1935, et qu'en somme celui-ci ne doit avoir subi que de faibles déplacements depuis 139 ans (1). Mais si l'on suppose que le pôle magnétique a peu changé de place depuis 1796, il n'est pas possible de conclure à un simple déplacement en bloc des isogones d'Afrique autour de ce pôle. On n'obtient une superposition correcte que par un déplacement en bloc, vers l'Ouest, *autour de la ligne des pôles géographiques.*

Reste à savoir si la superposition approchée des isogones de 1796 et de 1935 (à un décalage près d'environ 39 degrés), pour une portion de la terre égale à la surface du continent africain est la conséquence d'une simple coïncidence ou bien résulte d'un déplacement continu, en bloc, et sans modification appréciable d'un même dessin.

Ce qu'on sait de la déformation générale et continue du champ terrestre pourrait donner tout d'abord à penser qu'il s'agit d'une coïncidence. Par contre, on sait aussi que certains points, comme l'intersection de l'isogone 0 avec l'équateur se déplace de 15 à 20° par siècle. Ce déplacement est bien de l'ordre de grandeur de celui qui nous occupe.

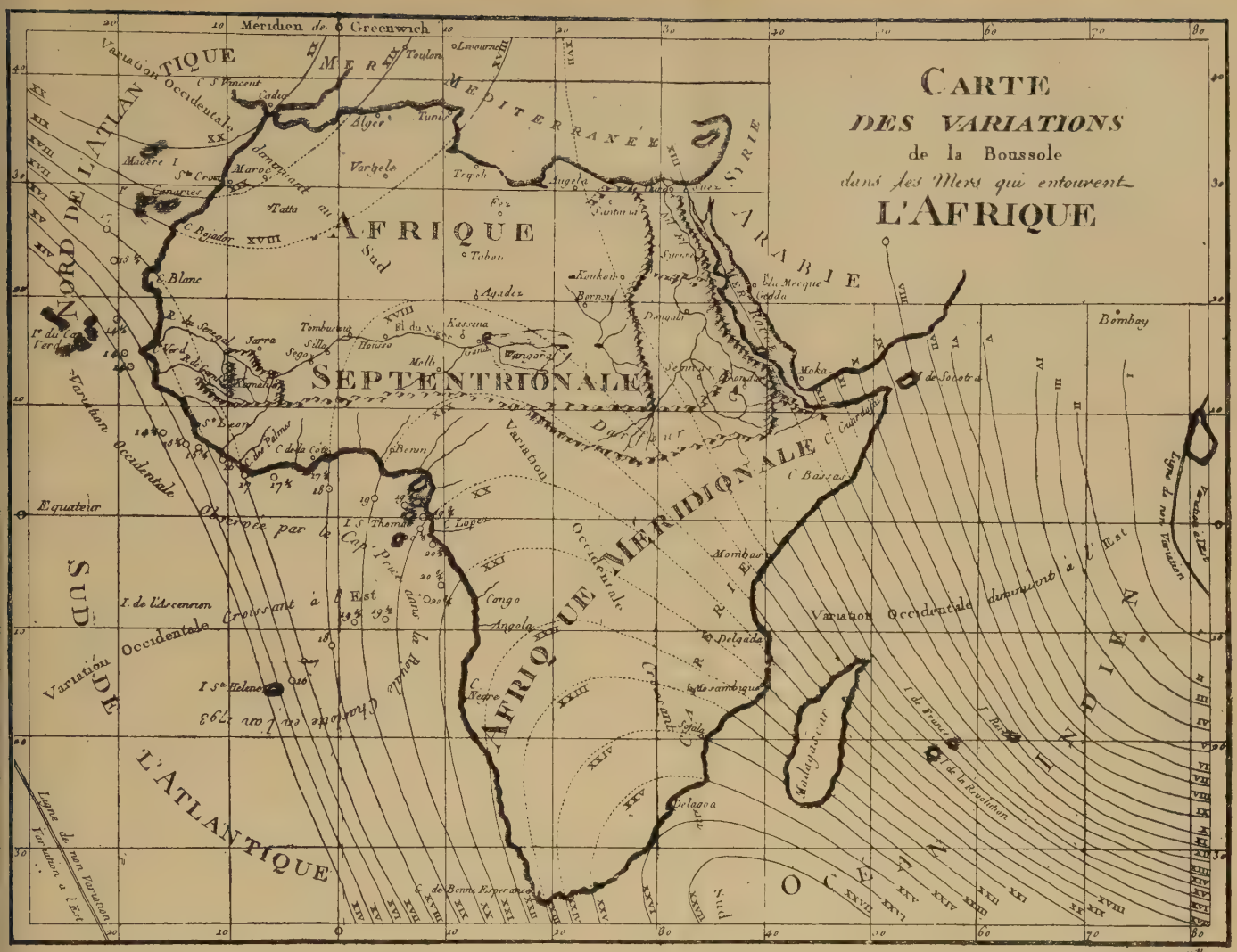
Pour chercher un peu de précision, on a comparé la belle carte de la déclinaison magnétique sur l'ensemble du Globe que M^{me} Salles-Homery a publiée en 1931, dans les *Annales de l'Institut de Physique du Globe de Paris* et la carte de 1935. On voit qu'en quatre années les isogones allant des environs de Québec aux environs de Natal (Brésil) n'ont pas subi de déplacement appréciable. Celles des îles Hawaï se sont déplacées vers le Sud et celles avoisinant la fosse de Tuscarora se sont déplacées vers l'Est. Par contre, toutes les autres isogones se sont déplacées vers l'Ouest quand elles avaient une direction subméridienne, ou vers le Nord, quand elles étaient orientées Est-Ouest et, finalement, l'aspect général du dessin ne s'est pas modifié.

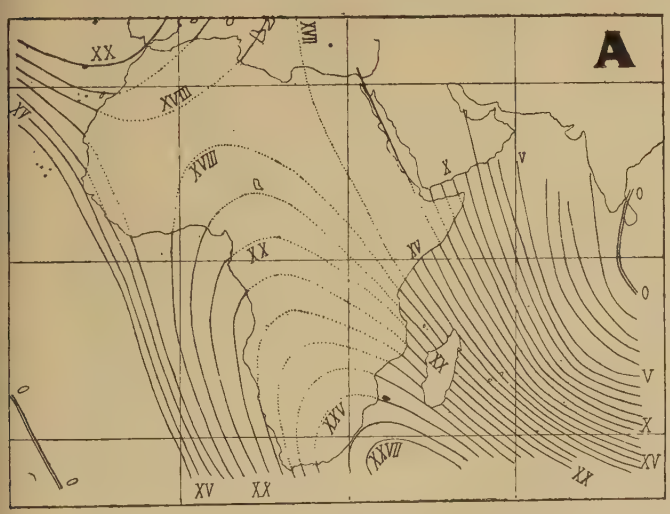
Le décalage vers l'Ouest ne peut évidemment être chiffré avec précision, puisqu'il est assez différent d'une ligne à l'autre. Pour l'Afrique, par exemple, il est de l'ordre de 300 kilomètres en quatre ans pour l'isogone 0 au voisinage de la mer Rouge, et de 200 kilomètres pour l'isogone XVII au voisinage du Cap Blanc (on choisit ici des repères précis aux deux extrémités du continent en largeur).

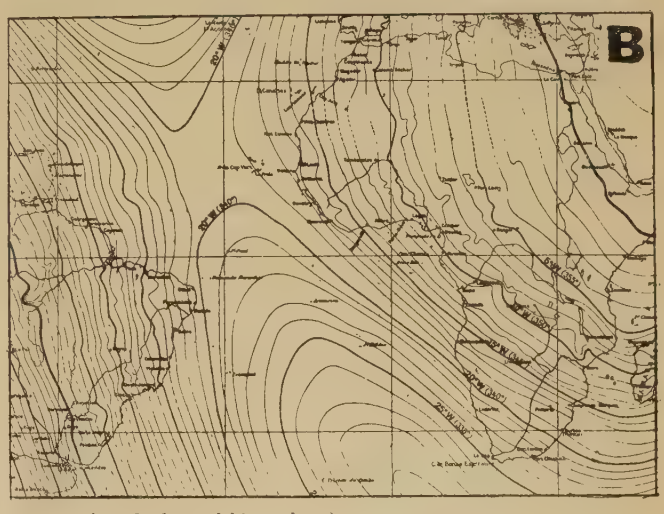
Admettons, en première approximation, ce dernier chiffre et supposons que, depuis 1796, les isogones se soient déplacées en gros vers l'Ouest à la même vitesse, soit 50 kilomètres par an. Ceci donnerait un parcours d'environ 60°, ce qui dépasse évidemment la valeur observée, mais reste toutefois d'un ordre de grandeur comparable.

La conclusion qui s'impose est que tout le dessin

(1) On sait en effet qu'il n'est pas fixe, on entend donc ici par faibles déplacements ceux qui ont pu se produire dans une zone assez étendue, très limitée en tout cas par rapport à celle où s'est produit le déplacement des isogones en Afrique.







En haut, carte du Major Rennell (1796 ?) (Réduction de la moitié environ)

A) Réduction (à 1/4 environ) du dessin des isogones de la même carte, avec, comme fond géographique, la carte de la déclinaison pour 1935, éditée par le Service hydrographique de la Marine.

B) Réduction (à 1/4 environ) de la carte du Service hydrographique de la Marine (1935) pour une zone occupant la même surface que la carte *A*, mais décalée de 39° vers l'Ouest.

des isogones de la carte de 1796 a effectué une rotation générale, sans changements importants.

Dans une certaine mesure, on peut même penser que cette rotation a été assez régulière, et sauf accidents de peu de durée, toujours de même sens. On en a la preuve par l'aspect de la zone où les isogones sont en opposition, zone qui se resserre progressivement, puisqu'en 1796 cette opposition se produisant entre les isogones XVIII, en 1931, entre les isogones XIX et, en 1935, entre les isogones XX. Ceci même peut peut-être permettre de se faire une opinion sur l'évolution de cette partie du dessin, au moins dans un avenir assez voisin (1).

Aperçu sur les conséquences de la rotation en bloc des isogones de la carte de 1796

La constatation qui est faite ici oriente l'esprit vers des considérations intéressantes. A savoir, par exemple, que si, dans certaines régions, le dessin des isogones est susceptible de déformations relativement rapides, comme en Asie, il paraît de nature à rester très comparable à lui-même pendant de longues durées, au moins un siècle et demi, pour d'autres régions, sauf à subir une rotation générale en bloc.

Et alors, si le dessin d'ensemble des isogones peut, pour des régions étendues, se déplacer ainsi sans modifications importantes, c'est qu'il est indépendant du dessin géographique (masses océaniques ou continentales), ou du moins que l'influence des éléments de la surface est contrebalancée par des actions antagonistes plus puissantes. Cette influence n'interviendrait, par exemple, que d'une façon secondaire, et surtout dans les détails (en particulier reproduction systématique des anomalies dans les mêmes régions).

La cause qui influe sur le dessin général des isogones devrait donc, semble-t-il, être recherchée soit à l'extérieur de la croûte terrestre, soit plus probablement dans une masse interne douée de propriétés magnétiques particulières. En s'en tenant à cette dernière hypothèse, on serait conduit à admettre que cette masse subirait, par rapport à la rotation terrestre et au moins pour une zone qui correspondrait à l'ordre de grandeur du continent africain, une très lente rotation continue, inverse, autour de la ligne des pôles *géographiques*, et que cette rotation serait susceptible de se poursuivre pour des périodes supérieures à 139 ans.

L'hypothèse d'une masse interne incomplètement solidaire de la croûte terrestre paraît assez séduisante *a priori* ; il serait normal de la considérer comme située au-dessous de cette dernière et comme étant relativement pâteuse, ceci conformément à plusieurs hypothèses formulées soit en géologie, soit en Physique du Globe. Cette dernière conception aurait du reste l'avantage de faire mieux comprendre le schéma général des isogones, qui a été à l'origine un ensemble symétrique par rapport à un plan et à un centre et qui s'est peu à peu modifié (1). Cette modification se traduirait actuellement, comme par le passé sans doute, par un simple déplacement de blocs peu déformables, dans certaines zones, tandis qu'ailleurs la masse pâteuse subirait des étirements relativement rapides (ce serait notamment le cas de la zone de l'isogone 0 à Ceylan, dans la carte de 1796). Peut-être même les zones de déplacements en bloc correspondraient-elles à des parties étendues et relativement stables de la masse interne, tandis que les zones à étirements rapides, d'ailleurs relativement localisées, seraient des portions où l'équilibre est encore mal assuré, comme on peut en concevoir, par exemple, dans la théorie de l'isostasie. Mais cela, bien entendu, est très hypothétique.

Il est amusant de constater, par ailleurs, que la carte du Major Rennell plaçait en Afrique, en 1800, le point d'opposition des isogones aux environs du poste actuel de Tamanrasset, qui est devenu récemment un observatoire magnétique important.

Dans les pages précédentes, on a vu que le dessin aux environs de ce point d'opposition des isogones — aujourd'hui au milieu de l'Atlantique — change pratiquement peu, quitte à se déplacer vers l'Ouest. Or, il est un autre point d'opposition, placé sous la

(1) La largeur séparant les deux isogones de valeur ronde qui limitent la zone des isogones en opposition est passée, en 139 ans, d'environ 4.200 kilomètres à 1.500 kilomètres.

(1) Si l'on porte sur une sphère la position des pôles géographiques et des pôles magnétiques et que, dans l'intérieur des cercles polaires, on trace à l'estime les isogones, on peut faire les constations suivantes. Autour du pôle magnétique Sud (hinterland de la Terre Adélie) les isogones sont distribuées d'une façon très symétrique. Cette symétrie se retrouve à l'extrémité du diamètre opposé, au pôle magnétique Nord, du moins pour les isogones fermées. Le plan de symétrie, qui évidemment a déjà subi une torsion notable, passe par les pôles magnétiques et géographiques. Il est donné par le tracé de l'isogone 0 : 1° à travers les Amériques ; 2° du Cap Nord à la Côte des Somalis ; 3° du pôle magnétique Sud à Java. Le centre de symétrie est celui du globe terrestre. A cette figure de symétrie la grande boucle décrite dans le continent asiatique par l'isogone 0 apporte une modification profonde, mais toutefois relativement localisée.

même latitude et à 135° dans l'Est. Il est très voisin de notre Indochine française et il semble bien que, contrairement au précédent, il subisse de rapides modifications d'aspect.

Il apparaît de ce fait qu'une étude systématique de la déclinaison dans cette région apporterait des renseignements d'un intérêt scientifique élevé. Et c'est une raison qui s'ajoute à toutes celles, d'ordre pratique, qui militent en faveur de l'installation d'une station de magnétisme terrestre dans notre belle colonie d'Extrême-Orient.

Henry HUBERT.

L'orientation des recherches relatives aux parasites atmosphériques dans les stations coloniales

L'emploi généralisé des appareils récepteurs de T. S. F. a rendu familiers à tous les *parasites*, bruits particuliers perçus à l'écouteur des postes. Les *parasites atmosphériques* ou, comme on dit encore, les *atmosphériques*, sont ceux de ces bruits attribués à des manifestations électriques naturelles ayant leur siège dans l'atmosphère.

Les travaux de MM. Ed. Rothé (1) et J. Lacoste (2) ont servi de base aux observations que j'ai entreprises, sur les parasites atmosphériques, à Dakar, de 1924 à 1926.

L'appareil utilisé, analogue à celui installé à Strasbourg sur les indications de M. Ed. Rothé, comprenait un cadre hexagonal de 3 mètres de diamètre (400 mètres de fil), une boîte d'accord et un poste à 6 lampes (2 H F, une détectrice, 3 B F). Les ondes reçues étaient comprises entre 200 et 22.000 mètres. Il n'y avait pas d'enregistrement, mais simple appréciation à l'écoute de la fréquence, de la durée et de l'intensité des parasites.

Les conclusions auxquelles j'étais arrivé (3) se trouvent résumées ci-dessous. Elles ne valent, au point de vue absolu, que pour la localité où étaient faites les observations.

1° Il est possible de distinguer les trois types de parasites signalés par MM. Rothé et Lacoste : *claquements*, *craquements* et *décharges* (1). Les deux premiers (bruits toujours assez brefs) ne sont pas toutefois suffisamment différents pour qu'il n'y ait pas lieu de les grouper (2). Les *décharges* (bruits prolongés faisant penser à des déchirements d'étoffes), au contraire, se distinguent nettement des deux autres autres types de parasites.

2° Les *claquements* (et *craquements*) s'observent tous les jours de l'année, à toutes les heures, en été comme en hiver, et notamment pendant les périodes où l'on peut être assuré qu'il n'y a pas d'orage dans un rayon d'au moins 2.000 kilomètres. Les *décharges* ne s'observent que les jours où il y a un orage dans un rayon de l'ordre de 300 kilomètres (3).

3° La fréquence des *claquements* est variable au cours de la journée. Normalement elle suit le rythme suivant : elle est faible le matin, augmente dans la journée et devient brusquement très forte à partir du coucher du soleil.

Accidentellement, cette fréquence augmente, en outre, dans des proportions notables — ainsi que l'intensité — en fonction de certains caractères météorologiques et, en particulier, des courants ascendants.

L'approche des fronts froids — non orageux — ne se traduit pas par une augmentation des *claquements*. Ils ne sont pas accompagnés de *décharges*.

4° Il y a une direction suivant laquelle la fréquence des *claquements* est maximum, les directions observées étant surtout E. 45° S. vers 8 heures du matin et E. 30° S. aux autres heures de la journée.

(1) E. ROTHÉ. — Sur la radiogoniométrie des parasites, atmosphériques et la prévision du temps. *L'Onde électrique*, 1923, pp. 7 et suiv.

(2) J. LACOSTE. — Contribution à l'étude de la prévision du temps, Mende, 1923, pp. 7 et suiv.

(3) H. HUBERT. — Dispositifs nouvellement employés à Dakar pour l'étude de certains phénomènes météorologiques *Bull. Comité Et. hist. et sc. de l'A. O. F.*, 1925, pp. 405 et suiv.
Premières observations relatives aux parasites atmosphériques en A. O. F. *C. R. Ac. Sc.* 1926, t. 183, pp. 368 et suiv.
Nouvelles études sur la Météorologie de l'A. O. F., Paris, 1926, pp. 160 et suiv.

(1) Ces mots sont écrits *en italique* au cours de cet article lorsqu'ils caractérisent des parasites atmosphériques.

(2) Ils seront compris ici dans la rubrique *Claquements*.

(3) Cette distance est évidemment fonction de la nature de l'appareil récepteur.

5° Toutes choses égales d'ailleurs, la fréquence des *claquements* enregistrés varie avec la longueur d'onde. Elle passe par un maximum entre 11.000 et 15.000 mètres, et diminue de part et d'autre de ces valeurs.

6° Dans tous les cas où l'observation directe l'a permis, on a constaté que les *décharges* coïncidaient exactement avec des éclairs. En gros, l'intensité de ces *décharges* varie en fonction de la proximité des éclairs.

7° Toutes choses égales d'ailleurs, la fréquence des *décharges* enregistrées varie avec la longueur d'onde. Elle passe par un maximum entre 6.000 et 13.000 mètres.

8° La direction des *décharges* est surtout du secteur Est (zone d'où viennent les grains). On observe toutefois des déplacements qui correspondent assez bien avec la situation géographique des orages.

Les claquements

Afin d'orienter le plus utilement possible les recherches pouvant être poursuivies dans nos colonies, il paraît utile de revenir sur les caractères respectifs des *claquements* et des *décharges* et d'indiquer les raisons de la différenciation qui en a été faite.

Des observations effectuées à Dakar, j'avais cru devoir formuler, en 1926, cette conclusion que « les *claquements* doivent être dus à des décharges électriques oscillantes, non accompagnées de phénomènes lumineux, se produisant dans la masse atmosphérique entre des masses d'air portées à des potentiels très différents. L'intensité des courants ascendants doit favoriser la production de ces décharges oscillantes ».

On sait que nombreux sont les auteurs qui estiment, au contraire, que les *claquements* sont tous dus, comme les *décharges*, à des éclairs, les différences d'intensité et de durée étant simplement fonction de la distance.

Ceci ne paraît pas conforme à l'observation directe.

D'abord, on sait depuis longtemps que les *claquements* peuvent être en relation avec des phénomènes non lumineux, comme la chute de la grêle (1). Dans une note récente, fort intéressante d'ailleurs, M. Lugeon signale que « les maxima diurnes [parasites] sont plus intenses dans le cercle polaire qu'en Europe, quoiqu'il n'y ait pas d'orages dans le Nord. Ce fait inattendu s'explique par la quasi-permanence, pendant le jour solaire, d'un seuil de parasites locaux que produisent des courants de convection intenses, dus à la différence de température entre l'air et l'Océan Glacial » (1). On retrouve ici la même idée que celle que j'ai formulée en 1926.

Il est possible, d'ailleurs, de produire artificiellement des parasites sans qu'il y ait de manifestation électrique lumineuse, d'étincelle. J'en ai donné autrefois, un exemple. Il est facile de constater aussi que tout contact accidentel d'une antenne de T. S. F. avec un corps bon conducteur soit mal isolé, soit bien isolé, mais chargé auparavant d'une petite quantité d'électricité, donne un *claquement* sans qu'il y ait production d'étincelle.

Le fait que les *claquements* ne sont pas liés nécessairement à des décharges électriques lumineuses est déjà très important, mais il semble qu'on puisse aller plus loin et dire que les *claquements* ne doivent pas normalement être liés à des éclairs.

Pour ce qui est des petites distances, inférieures à 400 kilomètres, les observations de Dakar sont très probantes : les éclairs se traduisent par des *décharges* et non par des *claquements*. Par contre, comme il a été dit plus haut, ces derniers se manifestent tous les jours, à toutes les minutes, et notamment à des époques où il n'y a certainement pas un orage dans un rayon de 2.000 kilomètres, c'est-à-dire à plus de cinq fois la distance à partir de laquelle les éclairs cessent d'influencer le poste de T. S. F. Il est donc logique de considérer que les *claquements* ne sont pas produits par les éclairs.

Il y a plus. Avec un dispositif très simple, qui sera indiqué plus loin, l'enregistrement des parasites atmosphériques a pu être faite pendant un certain temps au Ministère des Colonies. On a retrouvé naturellement les tracés caractéristiques déjà observés par certains auteurs, MM. Rothé, Lacoste et Lejay (2) en particulier.

Tandis que les *claquements* s'inscrivent par une variation très brève — le plus souvent un simple trait — les *décharges* se traduisent par une déviation d'une forme très particulière (sorte d'arche de pont) qui se prolonge pendant un temps relativement très long (fraction de seconde) (3).

(1) E. Rothé, *ouvr. cité*.

(1) Jean Lugeon. — Les parasites atmosphériques polaires. *C. R. Ac. Sc.*, 1934, t. 198, p. 1712.

(2) E. Rothé, *ouvr. cité* ; J. Lacoste, *ouvr. cité*.
P. Lejay. — Les perturbations orageuses du champ électrique et leur propagation à grande distance. *L'Onde électrique*, 1926, N^{os} 58 et 59.

(3) A vrai dire, entre les *claquements* se traduisant par un trait vertical et les *décharges* se traduisant par une sorte d'arche de pont, se placent les *craquements*, de durée plus longue que les claquements et ayant la forme d'une onde amortie très caractéristique (voir à ce sujet la figure relative aux enregistrements du Cameroun : 7/6/34, 17^{h} NE, c). Les enregistrements très différents de ces trois types de parasites inclinent à penser qu'ils ont une origine différente.

Or, si l'amplitude des *décharges* diminue avec la distance des éclairs, la durée de ces *décharges* varie peu et ne se réduit pas à celle des *claquements*.

D'ailleurs on ne voit pas le passage, au point de vue des courbes enregistrées, entre les *décharges* et les *claquements*, ceux-ci gardant toujours les mêmes caractères, qu'il y ait un orage à proximité, ou qu'il n'y en ait pas dans un rayon de plus de 2.000 kilomètres. Donc, les deux types de parasites doivent avoir une origine essentiellement différente.

On a vu plus haut que les éclairs ne se traduisent plus par leurs parasites caractéristiques au delà de 400 kilomètres environ (dispositif de Dakar) et que, par contre, on continue toujours à entendre les *claquements* alors qu'il n'y a pas d'orage dans un rayon de 2.000 kilomètres du point d'observation. Or si, comme tout porte à le croire, les *claquements* ne sont pas dus à la foudre, ils ne peuvent être produits que par des phénomènes mettant en jeu une énergie beaucoup moins considérable que celle qui se traduit à nos yeux par l'éclair. Il vient donc naturellement à l'esprit que, puisqu'ils agissent cependant sur le poste récepteur, c'est qu'ils ont une origine moins lointaine que la limite d'action de la foudre.

Les enregistrements de sommes de parasites pour une localité déterminée donnent toujours les mêmes courbes moyennes pour les mêmes époques de l'année. Les courbes d'une localité sont, en outre, différentes de celles d'une autre localité, ce qui implique que les parasites enregistrés sont surtout locaux. Or ces parasites sont certainement en grande majorité des *claquements*, et l'on peut trouver, là encore, la preuve que ceux-ci ne sont pas d'origine très lointaine.

Des observations récentes, effectuées dans les colonies françaises, tendent d'ailleurs à confirmer que les *claquements* sont bien dus à des causes peu lointaines, d'origine variable et en relation plus ou moins directe avec la turbulence de l'air. C'est ainsi que M. Mondain, Ingénieur-météorologiste à Madagascar, aurait remarqué que les cyclones ne sont pas seulement caractérisés par une diminution des parasites, mais encore sont producteurs de parasites particuliers. D'autre part, M. Timotei, Adjoint principal des Services civils, a observé que les vents de sable, au Niger, donnaient naissance à des parasites typiques.

Ces premières indications, qui demandent évidemment une étude approfondie, montrent la ligne de conduite à suivre aux colonies quant aux recherches concernant les parasites atmosphériques. Elles doivent tendre, en premier lieu, à tirer parti des différents types de parasites pour caractériser certaines situations incertaines ou douteuses, les *décharges* étant liées à des situations orageuses bien établies, tandis que la variation de fréquence des *claquements* serait en relation avec des degrés d'agitation de l'air atmosphérique. En second lieu, ces recherches devront préciser les caractères de sonorité des *claquements* qui sont susceptibles de traduire des conditions météorologiques particulières.

Si, par exception, on était amené à enregistrer des *claquements* correspondant à des éclairs très éloignés — transmis par l'intermédiaire de relais naturels — il serait sans doute possible de déceler la situation géographique de ces éclairs ; mais, en tout état de cause, l'intérêt de ces *claquements* serait négligeable, puisque ces orages, en se rapprochant, donneraient naissance à des *décharges* permettant, en temps opportun, de faire les avertissements nécessaires.

Les études à entreprendre aux colonies s'éloignent donc de celles où l'on se contenterait de faire la somme des parasites atmosphériques reçus, sans tenir compte de leur nature ou de leur origine. Ceci paraît en effet insuffisant pour permettre de définir des situations météorologiques dans les régions tropicales.

Le caractère énigmatique des *claquements* fait souhaiter que ceux-ci restent au premier plan des préoccupations des ingénieurs-météorologistes coloniaux.

Les décharges

Le gros inconvénient du dispositif de Dakar était de ne pouvoir discriminer les parasites qu'à l'écoute, et de faire intervenir ainsi un facteur personnel important dans les appréciations.

Je me suis donc préoccupé de réaliser un dispositif permettant l'inscription des parasites et, par suite, leur différenciation. Sans doute, l'inertie propre à l'oscillographe employé ne permet pas de traduire fidèlement le phénomène lui-même, mais il suffit d'avoir des inscriptions comparables pour les mêmes phénomènes pour pouvoir travailler en toute sécurité.

Ce dispositif, très simple (1), comprend : un récepteur de série à 6 lampes (S F R 28) un redresseur type R. O. C. 3/4 de la Compagnie française radio-électrique,

(1) Effectué sur les conseils de M. Staut.

un oscillographe d'Abraham et un dérouleur Morse. (Voir la figure de la page 51).

Les inscriptions obtenues. — Les premiers essais ont eu lieu à Paris ; ils ont été poursuivis par mon collaborateur, M. Devauges, Ingénieur-météorologiste des Colonies. En dehors des parasites industriels, si nombreux dans la capitale, on a enregistré très nettement les deux types de parasites atmosphériques : *claquements* et *décharges*.

Les *claquements* furent enregistrés tous les jours, à toute minute ; les *décharges*, au contraire, ne furent observées et inscrites que les jours où un orage se trouvait à peu de distance de Paris. Les courbes obtenues sont identiques à celles figurées par différents auteurs, notamment MM. Rothé et Lejay (1).

L'appareil a, ensuite, été utilisé au Cameroun, par M. Hilaire, Chef du Service météorologique ; les inscriptions sont encore identiques. (Fig. p. 52).

Ainsi, même au cas où certaines *décharges* ne seraient pas dues à l'éclair, mais seulement à des phénomènes non lumineux du même ordre (2), il n'en resterait pas moins qu'on a les moyens de déceler les nuages orageux hors de la vue. On peut aussi, en tenant compte des variations d'intensité ou de fréquence, apprécier le rapprochement apparent de ces nuages, ce qui présente un gros intérêt pratique dans les stations coloniales.

Les mesures goniométriques peuvent permettre encore de situer, en général d'une façon très satisfaisante, la position des masses de nuages orageux, *à condition qu'ils soient assez lointains*. On doit à mon ancien collaborateur, M. Thizy, aujourd'hui Administrateur des Colonies, une étude très complète de cette question (3).

Cet auteur a montré la corrélation étroite qui existe entre la position géographique d'un grain orageux situé dans un rayon de l'ordre de 300 kilomètres de Dakar, et l'azimut donné par le cadre de l'appareil de T. S. F. Cette corrélation devient moins bonne lorsque le grain n'est plus qu'à une faible distance de l'observateur, ce qui tient alors à la répartition, sur un grand angle, des différents foyers orageux de la même masse nuageuse et au déplacement angulaire d'autant plus grand de ces foyers qu'ils sont à une distance plus faible.

L'enregistrement des *décharges* en fonction de leur azimut permettra, sans doute, par une analyse plus précise, de voir si ces parasites sont dus à des phénomènes oscillants, comme semble déjà l'indiquer la variation de l'audibilité en fonction de la longueur d'onde, ou bien sont imputables à l'influence, celle-ci étant d'autant plus vraisemblable que l'éclair agit au moins de cette façon sur tous les circuits électriques peu éloignés.

Il est probable que les deux causes existent simultanément, l'une ou l'autre pouvant être prépondérante suivant les cas.

Il a été dit, plus haut, que la brusque décharge électrique, sans éclair, de nuages orageux, telle que celle observée par le R. P. Lejay au Pic du Midi, pouvait donner lieu à un parasite du type *décharge*. Il peut se faire aussi qu'il y ait alors production d'un parasite intermédiaire entre la *décharge* et le *claquement*. Mais l'existence, évidemment possible, de types de passage, ne paraît pas être réalisée fréquemment et tout porte à croire que, dans la pratique, chaque type de parasite a bien une origine différente.

Conclusions

Les indications qui précèdent montrent le champ très vaste qui s'offre relativement aux études sur les parasites atmosphériques dans nos colonies. Le programme qui a été tracé jusqu'à présent reste sans doute un peu terre-à-terre. Il vise surtout à l'observation, à l'enregistrement des parasites et à la mise en évidence des relations qui unissent ceux-ci à des phénomènes météorologiques déterminés. Si un but pratique précis a dû être fixé tout d'abord aux météorologistes coloniaux : l'amélioration de la prévision de certains météores (cyclones, grains, vents de sable, etc.) en tirant parti des parasites atmosphériques, ce n'est pas dans l'intention de restreindre les investigations, mais seulement afin de ne pas disperser les efforts au début de recherches qui restent encore fort délicates.

Henry Hubert.

(1) *Ouvrages cités.*

(2) Tels que ceux observés au Pic du Midi (P. Lejay, *ouvrage cité*).

(3) R. Thizy. — Contribution à l'étude de la prévision des grains en A. O. F. au moyen de la T. S. F. *Bull. Comité Et. hist. et sc. de l'A. O. F.*, 1928, pp. 420 et suiv.

Sur la prévision des grains orageux au Cameroun au moyen de l'écoute des parasites atmosphériques

La présente étude a été effectuée à Yaoundé (Cameroun), au cours de l'année 1934 (1).

Méthode utilisée. — Toutes les deux heures, toutes les heures, lorsque le nombre des parasites augmente notablement, ou que l'état du ciel incline à plus de vigilance, on procède à une double écoute, une sur grandes ondes et une sur petites ondes.

Chacune de ces écoutes est exécutée avec quatre orientations différentes du cadre, le plan du cadre étant orienté successivement: N.-S., N.E.-S.W., E.-W. et S.E.-N.W.; pour chaque orientation, l'observation est poursuivie pendant une demi-minute.

A partir du 12 avril, on a chiffré non seulement la fréquence des décharges, mais aussi leur intensité. Cette intensité est notée empiriquement de 1 à 5; le nombre 1 correspond à un bruit assez peu intense pour qu'il y ait indécision sur sa nature, mais sa durée conduit à le ranger parmi les décharges. Le chiffre 5 correspond à l'intensité des décharges au moment où les éclairs sont visibles et le tonnerre audible et où il est prudent d'abandonner l'écoute.

Les observations effectuées constituent un volumineux dossier qu'il n'est pas possible de produire ici. Dans une première partie, on donnera les conclusions générales et, dans une seconde partie, des renseignements relatifs aux observations les plus typiques.

I. — CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Les observations faites à Yaoundé conduisent à des conclusions qui diffèrent peu de celles effectuées à Tamara (2) et à Dakar (3). Elles peuvent se résumer comme suit:

(1) Le matériel employé est décrit dans le précédent article. Les figures de la page 52 se rapportent à la présente étude (N. D. L. R.).

(2) Mugnier-Serand. — Recherches en vue de la prévision des grains orageux. *Bull. Comité Et. hist. et sc. de l'A. O. F.*, 1921, pp. 177 et suiv. — Nouvelles recherches en vue de la prévision des grains orageux. *Bull. Comité Et. hist. et sc. de l'A. O. F.*, 1925, pp. 57 et suiv.

(3) Voir les références données à l'article précédent.

1° La présence de décharges a l'écouteur et le voisinage de nuages orageux dans un rayon restreint semblent bien être des phénomènes concomitants.

Il ne pourrait y avoir doute à ce sujet qu'en ce qui concerne certaines journées. Mais il faut remarquer que les observateurs des stations du Cameroun ne fournissent de précision sur les manifestations électriques et sur les heures de précipitations que trop rarement pour qu'il soit possible de suivre à tous coups la marche des orages, surtout lorsqu'ils se produisent au cours de la nuit.

D'autre part, il convient de tenir compte de ce que certaines journées douteuses sont celles des premières observations que j'ai faites et que il a fort bien pu m'arriver de compter comme décharges des craquements.

2° La présence de décharges a l'écouteur ne correspond pas forcément au passage d'un orage sur Yaoundé.

Il ne se passe guère de journée, en saison pluvieuse, sans qu'il se forme, dans la région, des Cumulo-Nimbus (1). Le développement en altitude des nuages a lieu entre 12 et 14 heures; et on note, presque chaque jour, en liaison avec ce développement, un accroissement du nombre et de l'intensité des décharges sans qu'il s'y ajoute toujours les éclairs et les coups de tonnerre caractéristiques de l'orage. Ces Cu-Nb se mettent en marche, et on les voit passer au Nord ou au Sud de la ville sans qu'ils donnent, sur Yaoundé même, de manifestations orageuses violentes, ni de coups de vent: c'est ce que semblent indiquer, par exemple, les observations du 13, du 17 et 28 avril. Quelquefois même, l'orage vient mourir aux environs de la ville où on voit se disperser les formations orageuses; c'est, en particulier le cas le 31 mars et le 3 avril. D'ailleurs, il paraît évident que l'origine des décharges entendues l'après-midi est assez confuse: décharges dues à des Cu-Nb se formant dans un rayon très restreint sous l'influence des courants ascendants et décharges

(1) En abrégé: Cu-Nb.

dues à un orage plus lointain se dirigeant sur le lieu de l'observation, ces dernières étant plus ou moins masquées, même pour un observateur attentif, par les premières plus fortes. Dans ce cas d'ailleurs, si les Cu-Nb de formation rapprochée n'ont finalement pas donné de précipitation sur la ville, il est logique de penser qu'un grain signalé dans l'Est se dirigeant sur le lieu d'observation, ou reconnu à l'écouteur, trouvera des conditions d'humidité favorables à sa propagation et atteindra Yaoundé dans la nuit. C'est peut-être ce qui s'est produit le 3 avril, le 13 avril, le 26 avril.

Mais tout ceci n'est qu'hypothèses qui ne peuvent s'appuyer que sur une étude de la propagation, étude qui sera essayée, mais dont le résultat est subordonné à la connaissance des heures de passage des phénomènes en un nombre important de points et de leurs caractéristiques (direction, tonnerre et éclairs) — renseignements qui manquent trop souvent.

De tout ceci, il convient de retenir :

a) *Lorsque l'accroissement des décharges se produit tôt dans la matinée, l'écoute des parasites peut être un procédé simple et commode pour reconnaître et suivre la marche d'un orage.*

b) *En cours d'après-midi, l'écoute des parasites permet plus sûrement une prévision régionale qu'une prévision étroitement locale.*

Pour baser sur ce procédé une prévision locale valable l'après-midi, il convient de faire preuve d'une grande circonspection. Les observations du 10, du 16 et peut-être du 18 avril permettent bien de suivre à partir de 14 heures environ l'approche de grains orageux qui parviennent sur Yaoundé respectivement à 18 h. 45, 16 h. 20 et 24 heures. Mais les phénomènes sont, la plupart du temps, compliqués par la présence dans un rayon plus ou moins restreint de Cu-Nb, pas toujours visibles, ne fournissant que des orages locaux qui, souvent, ne sont pas accompagnés de coup de vent dangereux. Il est d'ailleurs difficile de se prononcer sur l'heure probable d'arrivée du grain, si on ne se base que sur l'écoute des parasites. En particulier, j'ai l'impression que la vitesse horaire de 60 kilomètres reconnue comme correspondant à la moyenne de la vitesse de déplacement des grains en A. O. F. est sensiblement trop élevée pour les régions méridionales du Cameroun.

Pour l'utilisation de la méthode en vue de la prévision des orages d'origine lointaine qui doivent arriver l'après-midi ou dans la soirée, peut-être serait-il bon de compter séparément les décharges violentes et les décharges plus assourdies.

Les premières correspondraient à des Cu-Nb proches ; les secondes à un orage se rapprochant. C'est ce que suggerait M. Thizy dans un article paru en 1927.

3° Relation entre l'azimut de plus grande fréquence et la position du météore.

Les observations sont faites dans quatre directions à 45°. La fréquence considérée est celle résultant de la moyenne d'une observation sur grandes ondes et d'une observation sur petites ondes.

Cette façon de déterminer l'azimut de plus grande fréquence peut prêter à critique. Etant donné, en effet, un orage occupant une certaine étendue, il peut exister, sur cette étendue, une zone où l'orage est plus violent en moyenne, mais cela ne signifie pas forcément que, à chaque instant, le nombre des décharges est le plus grand dans cette zone ; il peut se trouver, au contraire, que, au moment précis de l'observation, la plus grande fréquence des décharges se trouve à l'extrémité du front. Si l'orage est assez proche, il peut en résulter que la fréquence maximum soit observée dans deux directions très différentes à deux instants peu éloignés. Ceci expliquerait en partie au moins que l'azimut de plus grande fréquence ne soit pas toujours le même pour l'observation sur petites ondes et pour l'observation sur grandes ondes, ces deux observations ayant lieu à 3 minutes d'intervalle environ. L'azimut de plus grande fréquence, telle qu'il est déterminé au cours de ces expériences, correspond à une moyenne et il en a les avantages et les inconvénients.

En général, il a bien été observé un azimut de plus grande fréquence, mais cet azimut n'est pas toujours marqué avec une égale évidence.

Il n'y a rien d'étonnant, du reste, à ce qu'on ne trouve pas maximum de fréquence pour un certain azimut et disparition totale des décharges pour l'azimut perpendiculaire. En effet, pour les décharges apparaissant dans l'après-midi il s'ajoute, aux décharges dues à des orages lointains, celles produites dans la masse des Cumulo-Nimbus de variation diurne qui se développent dans toutes les directions. Pour les orages apparaissent dans la matinée, il est logique de penser que l'azimut de plus grande fréquence sera mieux marqué. Encore convient-il de tenir compte de la proximité de l'orage, de son étendue et de l'orientation de la ligne de front par rapport à la direction d'observation.

Les mêmes remarques s'appliquent à l'orage qui s'éloigne du lieu d'observation. La journée du 29 mars, pour laquelle j'ai pu rétablir grossièrement le déplacement du météore, semble caractéristique :

l'orage apparu à 7 heures à Abong-Mbang s'étend vers 13 h. 30, entre Ebolowa et Yaoundé, remonterait un peu vers le N.W. entre 15 et 16 heures et obliquerait ensuite vers le S.W. en évitant Kribi et Douala, mais touchant Campo.

Les observations du 10 avril font apparaître un azimut de plus grande fréquence oscillant entre E. et S.E. ; en fait, l'orage sera précédé d'un coup de vent E.N.E.

Le 16 avril après-midi, l'azimut de plus grande fréquence est orienté N. à N.E. ; le grain arriva sur la ville à 16 h. 20 précédé d'un coup de vent d'Est. Mais les manifestations orageuses sur la ville ne furent ni très nombreuses ni très violentes, ce qui confirmerait que Yaoundé ne s'est pas trouvé sur la trajectoire de la région où l'orage fut le plus violent.

Enfin, la concordance de la direction des Cu-Nb visibles dans l'après-midi et de l'azimut de plus grande fréquence (qui, le plus souvent, semble l'azimut de plus grande intensité en même temps) se vérifie bien, en particulier les 17 avril, 27 avril et le 28 avril.

4° Enfin, et ceci semble concorder assez mal avec une remarque faite par M. Hubert pour Dakar (*Bulletin du Comité d'Etudes historiques et scientifiques de l'A. O. F.*), il n'y a pas, après le passage de l'orage, disparition rapide des parasites, mais diminution progressive des décharges en fréquence et en intensité.

Sont particulièrement significatives à cet égard les observations des 3, 4 avril 14 et 27 avril au matin (1).

II. — OBSERVATIONS TYPIQUES

1° Arrivée d'une ligne de grain sur Yaoundé

Le 10 avril, dans la matinée, l'écoute n'indique aucune *décharge* et seulement quelques *claquements*. Le ciel est entièrement couvert de Stratus, puis de gros Cumulus bas.

A 14 h. 30, plusieurs décharges (de 3 à 7 par demi-minute), peu fortes, mais néanmoins d'allure caractéristique et présentant un azimut privilégié E.-W., permettant d'affirmer la présence proche d'un grain à l'E. de Yaoundé. Par ailleurs, un vent d'E. très actif règne à la base des Cumulus de dimensions peu importantes qui couvrent les 6/10 du ciel.

Pendant l'heure qui suit, l'augmentation des décharges (surtout quant à leur intensité), conduit à considérer comme certaine, dès 15 h. 30, l'avance de l'orage sur Yaoundé. L'azimut tourne, du reste, au S.E.

Les décharges, dont le nombre n'augmente pas, deviennent de plus en plus fortes, et le tonnerre commence à être entendu à 16 h. 45. Ses roulements se succèdent désormais presque sans interruption et l'écoute des parasites doit être suspendue par prudence.

Enfin, le grain lui-même n'arrive qu'à 18 h. 45 : coup de vent d'E.N.E. de 14,5 m/sec.

Ainsi, l'existence puis l'accroissement des décharges ont permis de définir la présence du grain, plus de trois heures avant son arrivée et de suivre son avance sur Yaoundé.

2° Passage d'un grain au large de Yaoundé

Le 16 avril, au matin, quelques décharges semblent être les dernières conséquences d'éclairs observés dans le courant de la nuit vers l'E. Leur nombre et leur intensité diminuent, du reste, jusqu'après 9 heures, le ciel restant 8 à 9/10 couvert de Cumulus puissants et bas.

Vers 12 heures, une recrudescence des décharges (1 à 5 par demi-minute, l'intensité restant moyenne) se manifeste. Elle est encore faible, mais on peut, toutefois, prévoir un orage vers 15 ou 16 heures.

A 13 h. 15 (9 à 11 décharges par demi-minute), la menace se précise et l'état du ciel : 8/10 de Cumulus puissants dont certains, d'aspect nimbiforme, ne peut guère que confirmer cette manière de voir.

A 14 h. 30, les décharges atteignent leur maximum d'intensité et de fréquence (9 à 12 par demi-minute), mais leur azimut privilégié est passé de l'E.W. au N.S. Quelques roulements de tonnerre, mais très lointains sont entendus.

Jusqu'à 16 heures, le nombre des décharges diminue un peu, mais celles-ci gardent une forte intensité. La ligne de grain est visible à l'Est : le coup de vent (14,6 m/sec.) passe sur Yaoundé à 16 h. 20.

Plus d'écoute en raison de la proximité de l'orage. Ses manifestations orageuses ne furent ni très nombreuses, ni très violentes. Il semble que la zone où l'orage était le plus fort ait été le plus proche de

(1) La diminution rapide des parasites à Dakar, après le passage du grain orageux au-dessus de cette localité, s'explique assez bien par le fait que le météore s'amortit très vite dès qu'il arrive sur la mer, ainsi qu'en témoigne le fait qu'une faible proportion des grains passant à Dakar atteignent les îles du Cap Vert. Il est d'ailleurs normal qu'il en soit ainsi en raison de l'action antagoniste de l'alizé qui se manifeste en mer, au large de Dakar.

Les conditions géographiques, qui sont très différentes à Yaoundé (station continentale), expliquent la non-concordance entre les faits observés dans cette localité et à Dakar (N. D. L. R.).

Yaoundé vers 14 h. 30 et ne soit à aucun moment passé sur la ville, mais bien au N. ou au S.

3° Progression d'un orage autour de Yaoundé

La veille du 30 avril un orage a eu lieu vers 20 heures. Beau temps le matin. Les Cumulus de variation diurne augmentent rapidement en nombre et en volume de 11 heures à 12 heures, sans toutefois que l'on enregistre de décharges certaines.

De 12 heures à 14 heures, le nombre des décharges augmente rapidement (jusqu'à 7 par demi-minute) avec un azimut privilégié S.W.-N.E. Des Cirrus d'enclume apparaissent vers l'Est.

De 14 heures à 17 heures, le nombre et l'intensité des décharges restent sensiblement stationnaires ; par contre, leur azimut passe successivement à l'E. (15 heures), à l'E.N.E. (16 heures) et au N.W. (17 heures). La nébulosité a sensiblement diminuée (1/10) et les Cirrus d'enclume sont passés vers le N. et le N.W.

Le beau temps continue au début de la nuit et ce n'est que vers 3 heures, le 1er mai, que des éclairs sont aperçus au N.E.

La variation du nombre et de l'intensité des décharges peut, ici, s'expliquer par une propagation du système nuageux telle que l'indique la figure de la page 52. Les indications de l'écoute des parasites sont, du reste, précisées par l'observation directe du ciel.

4° Cas de nuages menaçants dans le secteur W. de Yaoundé

Le 3 avril, après l'orage de la nuit, on entend en ore des décharges assez nombreuses, mais dont la fréquence va en diminuant jusqu'à 12 heures.

L'augmentation du nombre des décharges entre 12 et 15 heures conduirait à s'attendre à l'arrivée sur Yaoundé d'un orage. Mais les nuages menaçants sont concentrés dans les secteurs W. et, dans ce cas, l'expérience montre qu'en général il n'y, a sur la localité, ni coup de vent violent, ni précipitations importantes. Le tonnerre ne sera, du reste, entendu qu'après 15 h. 25. En fait, l'orage tournera autour de la ville par l'W. et le S.

Cependant, à 17 heures, l'état du ciel, dans l'E., donne de nouvelles craintes que confirme l'écoute des parasites. Des nuages menaçants arrivent de l'Est et viennent fondre, en quelque sorte, sur la ville, entre 18 h. 10 et 18 h. 20, sans donner de précipitation. On ne perçoit que quelques coups de tonnerre qui vont en diminuant d'intensité.

Il n'est pas certain qu'on n'ait pas eu affaire à deux orages : le premier venant de l'W. vers 15 heures ; le second, de formation proche, vers 18 heures.

Hilaire,
Ingénieur-météorologiste adjoint des Colonies.

NOTES ET INFORMATIONS

La Commission Coloniale d'hydrologie scientifique s'est réunie au Ministère des Colonies, le 20 février 1935, sous la présidence de M. Diénert. Parmi les sujets examinés, il convient de signaler ici, d'une part, les récentes recherches d'hydraulique agricole faites en Syrie et, d'autre part, la capture possible du Logone par la Bénoué. La Commission a mis à son ordre du jour de la prochaine réunion les captures possibles en Afrique Française.

L'abondance des matières nous oblige à reporter au prochain numéro la *Bibliographie* et la fin de l'article de M. Henry Hubert sur *Les mouvements généraux de l'atmosphère dans les Colonies françaises.*

Il convient de signaler ici que dans le précédent numéro le paragraphe de ce dernier article se rapportant au *Khamsin* à la Côte française des Somalis a été placé, par erreur, à la suite de la série des vents d'octobre à avril et non de celle des vents d'avril à octobre. C'est à cette dernière qu'il appartient en effet.

L'Éditeur-Gérant : R. Pinardon.

Rochefort-sur-mer. — Imprimerie A. Thoyon-Thèze, 121-123, rue Pierre-Loti. — 1935

Société Anonyme des

Etablissements Jules RICHARD

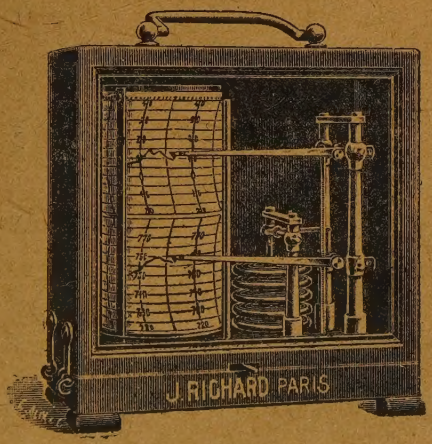
25, Rue Mélingue, PARIS (20e)

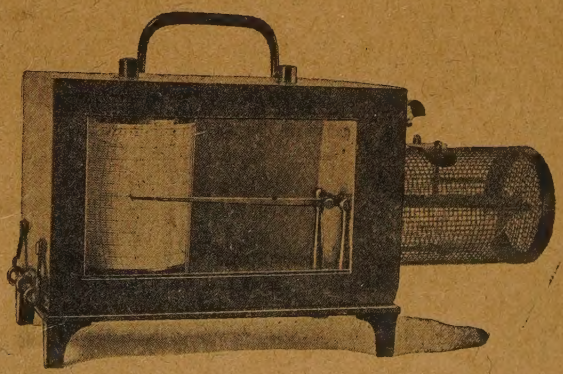
Tél. : Botzaris 88-80 — Tél. : Botzaris 88-80

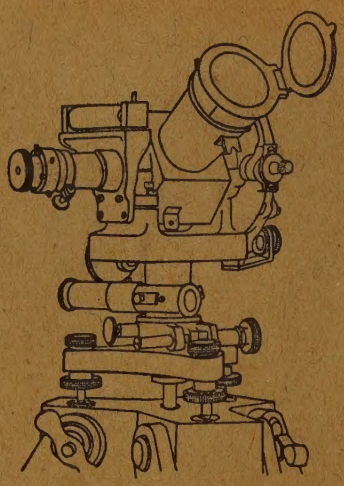
INSTRUMENTS DE PRÉCISION

de Mesure et de Contrôle

pour les Sciences et l'Industrie







A. BERTHELEMY ✻ - LORIEUX ✻ - PONTHUS ✻ et THERRODE ✻

Etabts Albert LEPETIT & Cie

Société en commandite simple. Capital 1.000.000 de francs

Constructeurs

20, Rue Marie Debos, à Montrouge (Seine)

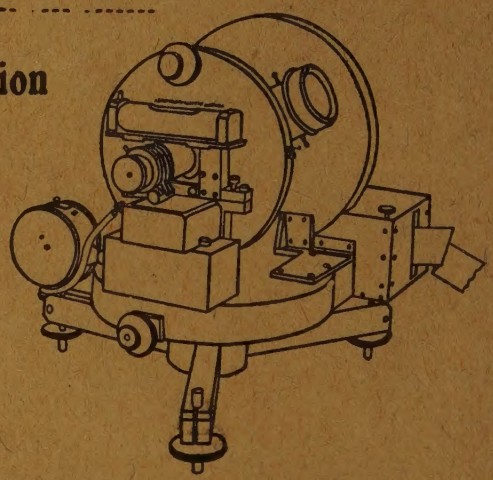
Tél. Alésia 26-37 — Ad. tél. Ponrode Paris 14

Fournisseurs des Ministères des Colonies, de la Marine, du Service Géographique de l'Armée.

Instruments de Précision

pour

— la Topographie, la Marine —
l'Aviation, la Météorologie, etc...



THÉODOLITES SIMPLES ET ENREGISTREURS
POUR LE REPÉRAGE DES BALLONS-SONDES

Catalogues franco sur demande

Rég. Comm. Seine 229-817B

ROSENMULLER
DRESDEN

ANÉMOMÈTRES
POUR TOUTES VITESSES
(à partir de 0,02 m/sec.)

GIROUETTES

TUBES DE PITOT

MICROMANOMÈTRES

LAMBRECHT
GÖTTINGEN

HYGROMÈTRES

PSYCHROMÈTRES

BAROMÈTRES

PLUVIOMÈTRES

EVAPOROMÈTRES

HÉLIOMÈTRES

A. OTT
KEMPTEN

PLANIMÈTRES
INTÉGRAPHES
ANALYSEUR-HARMONIQUE

—

ENREGISTREUR
DE MARÉE ET DE HOULE

—

APPAREILS
POUR L'ÉTUDE
DES COURANTS D'EAU

J. BAROT

Représentant exclusif
pour la France et les Colonies

20, Rue de Varenne, PARIS (7e)

Catalogues franco sur demande

Rochefort-sur-mer. — Imprimerie A. Thoyon-Thèze. — 1935.